

Н. К. ГОРН

**РУКОВОДСТВО
К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ
ПО ИСТОРИЧЕСКОЙ ГЕОЛОГИИ**



ИЗДАТЕЛЬСТВО
ЛЕНИНГРАДСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
ЛЕНИНГРАД
1954

ЛЕНИНГРАДСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

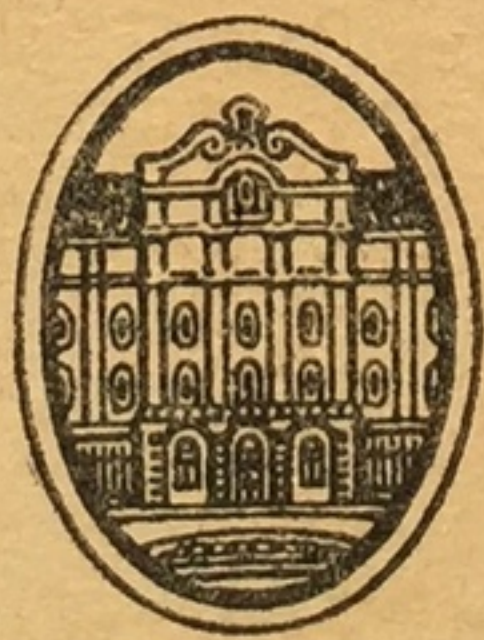
Р
К ПРАКТИКА
ПО ИСТОРИИ

ЛЕ

ЛЕНИНГРАДСКИЙ ОРДЕНА ЛЕНИНА ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени А. А. ЖДАНОВА

Н. К. ГОРН

РУКОВОДСТВО
К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ
ПО ИСТОРИЧЕСКОЙ ГЕОЛОГИИ



ИЗДАТЕЛЬСТВО
ЛЕНИНГРАДСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
ЛЕНИНГРАД
1954

АННОТАЦИЯ

Книга содержит подробное рассмотрение тех вопросов исторической геологии, которые подлежат изучению на практических занятиях. Вместе с тем в книге помещены многочисленные рисунки и фотоизображения руководящих форм фауны и флоры, что делает руководство пособием и при первичных палеонтологических определениях.

Книга рассчитана на студентов геологических факультетов университетов и горных институтов и молодых преподавателей вузов.

Ответственный редактор проф. С. С. Кузнецов

Редактор Л. А. Келарев.

Корректор Б. И. Дзешульская

Подписано к печати 28-IV-54 г. М-32619. Тираж 3000.

Ф. бум. $60 \times 92\frac{1}{16}$. Печ. л. $13\frac{1}{2} + 3$ вклейки. Уч.-изд. л. 14,01. Заказ. 125.

Типография ЛОЛГУ, Ленинград, Университетская наб., 7/9.

Острая
практически
ла автора
чено для
и горных
практически
объем заня

Предлаг
них посвящ
изучению о
риода.

В разделе
фациями, с
железные и
торф и неф

Подробн
так как су
дении лёсса

Этот раз
ляется контр
кретных при

Во второ
ристика орга
жениями вах

Исходя и
ночных живс
обычно расп

в руководств
ночные и фл
чтобы создат

каждом этап
звоночных и
териков.

В этом ра
донского, гер

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	Стр. 3
Введение	6

Глава I. ОБЩАЯ ЧАСТЬ

А. Геологические документы.	11
Б. Понятие о фациях.	15
Терригенные фации	17
1. Морские фации	18
2. Фации лагун	22
3. Фации речных устьев (дельт и эстуарий)	22
4. Речные фации	22
5. Озерные фации	23
6. Ледниковые фации	23
7. Пустынные фации	24
8. Фации предгорий	24
9. Лёсс	25
10. Флиш	25
Органогенные фации	27
1. Карбонатные органогенные фации	28
2. Кремнистые органогенные фации	31
3. Каустобиолитные фации	32
Химические фации	37
1. Железрудно-марганцевые фации, бокситы	37
2. Фосфоритные фации	44
3. Соленосные фации	48
4. Карбонатные фации (химические известняки)	49
Вулканогенные фации	50
Упражнения	50

Глава II. СТРАТИГРАФИЯ

А. Докембрий и палеозой	57
1. Докембрий	57
2. Кембрий	58
3. Силур	67
4. Каледонский орогенез	80
5. Девон	80
6. Карбон	94
7. Пермь	105
8. Герцинский орогенез	112
Б. Мезозой	113
1. Триас	113
2. Юра	120
3. Мел	131
4. Тихоокеанский (Киммерийский) орогенез	144
В. Кайнозой	147
1. Третичная система	147
2. Четвертичная система	161
3. Альпийский орогенез	163
Г. Руководящая флора	165
а) Палеозой	165
б) Мезозой и кайнозой	167
Таблицы и приложения	171

ПРЕДИСЛОВИЕ

Острая потребность в пособии для постановки и прохождения практических занятий по курсу исторической геологии побудила автора к составлению данного руководства. Оно предназначено для студентов геологических факультетов университетов и горных институтов и составлено в соответствии с программой практических занятий по исторической геологии, рассчитанной на объем занятий в 60 часов.

Предлагаемое руководство состоит из двух разделов: первый из них посвящен рассмотрению распространенных фаций, а второй — изучению органического мира от докембрия до четвертичного периода.

В разделе первом более подробно студенты знакомятся с теми фациями, с которыми связаны различные полезные ископаемые: железные и марганцевые руды, соли, фосфориты, каменные угли, торф и нефть.

Подробно изложены необходимые сведения о лёссе и флише, так как существуют многие противоречивые гипотезы о происхождении лёсса, а флиш недостаточно освещен в учебной литературе.

Этот раздел сопровождается рядом задач, целью которых является контролирование и закрепление полученных знаний на конкретных примерах.

Во втором разделе для каждого периода дается общая характеристика органического мира, сопровождаемая описанием и изображениями важнейших руководящих ископаемых (табл. I—XXXVI).

Исходя из наибольшего стратиграфического значения беспозвоночных животных, а также учитывая те возможности, которыми обычно располагают геологические факультеты, основной упор в руководстве делается именно на эту группу организмов. Позвоночные и флора рассматриваются лишь в общих чертах для того, чтобы создать у читателя полную картину органического мира на каждом этапе развития Земли и указать на большое значение позвоночных и флоры при палеогеографических реконструкциях материков.

В этом разделе дано также краткое описание проявлений каледонского, герцинского, киммерийского и альпийского горообразо-

вательных циклов, сопровождаемое картами, на которых последовательно можно проследить изменение структуры земной коры.

Приводимая в руководстве шкала складкообразовательных циклов и фаз дана приближенно.

Огромные успехи геологии последних лет, особенно достижения советских геологов в изучении обширной и разнообразно построенной территории СССР, показали условность выделения фаз складчатости. Было выяснено, что редкие из них проявляются строго одновременно в разных частях земного шара. Как правило, движения, начавшись в одном месте, приходят в другие с некоторым запазданием, вследствие чего горообразовательные события в пределах одной геосинклинали не охватывают ее всю сразу, а постепенно перемещаются в том или ином направлении. Установлено было также, что число фаз много больше, чем было принято ранее. Особенно это относится к девону и ко всей мезозойской эре. Многочисленность фаз стирает резкость их разграничения во времени. В советской геологической литературе это привело к постановке вопроса о непрерывности складкообразовательного процесса на Земле, с одной стороны, и о так называемом неокатастрофизме, — с другой. Не разделяя полностью представления о непрерывности складкообразования, автор должен отметить, что наиболее значительные складко- и горообразовательные движения затрагивают всю земную кору, хотя и не строго одновременно, как уже указано выше. Однако в разных ее местах под влиянием этих движений возникают неодинаковые структуры. Все зависит от качества той геологической среды, в которой они образуются: появятся настоящие линейные крупные складки в подвижном геосинклинальном участке земной коры, те же движения вызовут образование брахискладок в полосах предгорных впадин, на платформах в то же время создадутся локальные пологие обширные складки, часто с флексурными крыльями. В последнем случае между такими складками останутся большие пространства с ненарушенным залеганием пород.

Из сказанного видно, что понимание складчатости и ее фаз меняется и уточняется, поэтому употребляемая здесь шкала является лишь общей схемой таких важнейших геологических событий, как складкообразование.

Изучение каждого периода заканчивается работой над приведенными в руководстве разрезами, как это указано в тексте. К руководству приложены таблицы геологического распространения важнейших групп беспозвоночных, позвоночных и флоры. Изображения руководящих представителей флоры даются в конце книги на таблицах XXXVII — XLIV.

Комплекс руководящих ископаемых намеренно подобран значительно шире, чем это требуется программами курсов исторической геологии, позволяя преподавателям, ведущим практические занятия, варьировать в установлении необходимого минимума в зависимости от имеющегося материала.

Автор надеется, что при наличии данного пособия работа студентов на практических занятиях станет более самостоятельной и вдумчивой.

Автор считает своим долгом выразить благодарность А. П. Быстрову, А. И. Кетовой-Турутановой, А. Д. Миклухо-Маклаю, Б. С. Соколову и Д. Л. Степанову, значительно облегчившим своими советами и указаниями работу по подбору и описанию руководящих ископаемых и по некоторым другим вопросам. Особенную благодарность автор приносит С. С. Кузнецову, непрерывно следившему за составлением данного руководства, И. А. Коробкову и Г. Я. Крымгольцу, которые, кроме помощи в составлении атласа, взяли на себя труд прочесть всю работу в рукописи и сделали ряд ценных замечаний и поправок.

ВВЕДЕНИЕ

Курс исторической геологии, читаемый в геологических вузах и на геологических факультетах университетов, содержит большое количество своеобразного фактического материала. Естественно, что для овладения им часто необходимо простое механическое запоминание. Как известно, это дается многократным повторением и постоянным, непосредственным обращением студента с самими объектами. Можно ли, например, запомнить большое число руководящих ископаемых — животных и растений — только лишь по лекционным демонстрациям? Конечно, нет! Между тем, не располагая в памяти множеством названий и скрытыми под ними определенными формами, нельзя ясно и отчетливо следить за изложением теоретической части курса.

Другим своеобразием курса исторической геологии является широкое применение в этой науке метода логических заключений. Однако умение правильно пользоваться этим методом, как показывает опыт, создается только путем частых упражнений.

Такие многократные систематические упражнения в запоминании фактов и приобретение навыков их обобщения возможны лишь введением в преподавание курса исторической геологии обязательных практических занятий с довольно значительным количеством часов.

Рекомендуем начинать такие занятия после 4—5 лекций, в течение которых студенты ознакомятся с сущностью исторической геологии, ее задачами, методами и общим характером документального материала. В дальнейшем содержание практических занятий может быть параллельным лекционному курсу.

Параллельное изучение исторической геологии на практических занятиях и лекциях включает в себе большое преимущество, так как возникает тесная связь тематики обоих этих видов учебной работы. К сожалению, сохранить полную параллельность в продолжение всего курса невозможно, вследствие разного количества времени, которое уделяется одной и той же теме на лекциях и на практике. Практические занятия довольно скоро опережают лекции. Но и при таком соотношении, когда тематика практических занятий идет впереди лекционной, возникают свои положительные сто-

роны: во-первых, предварительное изучение фактического материала и рассмотрение некоторых положений значительно облегчает студентам усвоение излагаемого на лекциях; во-вторых, читающий лекции в таком случае имеет возможность отдать больше внимания общетеоретической, идейной стороне курса, что, расширяя кругозор слушателей, раскрывает им сущность и огромную научно-практическую ценность исторической геологии. При этом, конечно, неизбежна повторяемость некоторой части материала лекций. Все же, несмотря на это, мы пришли к выводу о много меньшей эффективности постановки практических занятий вслед за лекциями. При таком способе ведения практических занятий они превращаются в простую иллюстрацию лекционного курса.

Наш опыт заставляет утверждать, что наилучших результатов можно достичь, ставя практические занятия с некоторым опережением лекционного материала, но не делая слишком большого разрыва между тематикой теоретического курса и практических занятий.

Объем практических занятий по исторической геологии и в известной мере даже самый их характер должен быть различным для разных специальностей.

На основной геологической специальности необходимо уделять на практические занятия до 35—38% всего количества часов, отводимых для курса исторической геологии. Для геохимической специальности достаточно 30% всего количества часов.

Для студентов геофизиков и грунтоведов, в учебных планах которых нет специальных курсов палеонтологии и преподается комплексный курс исторической геологии с основами палеонтологии, практическим занятиям надлежит уделять значительно больше времени — до 40—45% всего количества часов. Надо иметь в виду, что в данном случае на практические занятия полностью переносится трудный для усвоения, но необходимый палеонтологический материал. В связи с отмеченным изменяется и содержание практических занятий. Материал для занятий со студентами-геологами располагается соответственно учебному плану, пропорционально отводимым для этого часам.

Для студентов же геохимической специальности содержание занятий значительно суживается: оно ограничивается лишь изучением безусловно необходимого материала для понимания лекционного курса, а именно краткого ознакомления с фациями и, в основном, с органическим миром всех периодов. Все это приходится изучать в 30 часов, отводимых по учебному плану этой специальности на практические занятия по исторической геологии.

Особого подхода требуют комплексные курсы исторической геологии с основами палеонтологии, преподаваемые студентам специальностей геофизики и грунтоведения. Чтобы они могли сознательно изучать курс исторической геологии, понимать его фактическую базу и логику, необходимо хотя бы в основном, в самом огра-

ниченном объеме ознакомить их с элементами палеонтологии. Учитывая малый, в общем, объем таких курсов, приходится останавливаться лишь очень кратко на самых существенных для геолога вопросах систематики, морфологии скелета и условиях обитания.

Опыт преподавания показал, что рациональнее палеонтологический материал сосредоточить, в основном, на практических занятиях, затрагивая в лекционном курсе лишь наиболее общие вопросы палеонтологии. Самое изучение фауны и флоры лучше строить в историческом плане, характеризуя органический мир не по каждому периоду, а по более крупным подразделениям: нижний, средний и верхний палеозой, мезозой и кайнозой. При этом палеонтологический материал лучше не выделять в виде самостоятельной части практических занятий, а рассматривать его по мере появления в ходе данной истории новых фаунистических групп.

Осуществлять практические занятия можно рядом различных методов: фронтальным, групповым и индивидуальным. Каждый из этих методов имеет свои положительные и отрицательные стороны, поэтому выбирать метод работы следует в соответствии с имеющимися материальными возможностями, т. е. учитывая наличие большого или малого количества каменного материала и других учебных пособий.

Пользуясь фронтальным методом, преподаватель дает всем студентам одновременно одно и то же задание. Этот метод предполагает наличие большого количества материала для занятий и, кроме того, не дает простора проявлению инициативы у студентов, что бесспорно является отрицательным, но в то же время этот метод облегчает преподавателю руководство группой. Групповой метод состоит в том, что задание выполняется совместно группой студентов из двух, трех или четырех человек. В этом методе положительным является приучение к коллективному труду. Однако при ослаблении контроля со стороны преподавателя может случиться, что всю работу будет выполнять один, наиболее сильный студент, остальные же будут совершенно пассивны. Поэтому групповым методом следует пользоваться весьма осторожно.

Третий — индивидуальный — метод заключается в том, что студенты, изучая одну и ту же тему, одновременно работают над различными частями ее. При этом способе ведения занятий студентам предоставляется полная возможность проявлять инициативу.

Индивидуальный метод позволяет работать с весьма ограниченным количеством материала. Недостаток этого метода в том, что использовать его можно лишь при небольших студенческих группах, не более 12—15 человек, иначе нет возможности всех проверить, студенты уходят из поля зрения преподавателя и более сильные могут остаться без работы. Для избежания этого нужно всегда иметь дополнительные задания.

Для ведения практических занятий по исторической геологии необходимо иметь коллекции образцов пород, относящихся к раз-

личным фаши
для каждого
ные карты зе
сание типич
в начале ка
а затем полу
эта часть зан
После поя
студент само
При рассм
подаватель д
личные фаши
студенту дает
ния, определе
При изуче
теля, касающ
логических со
дящие ископа
Необходим
дящей формы
те и невольно
знаки того ил
После изу
нию разрезов.
Материал д
сания разрезов
дентов составл
зу в каком-ни
Когда коло
реза, пользуясь
(представление
ководящих иско
Сделанные в
тради.
Завершая из
и альпийского
мание студентов
предлагается ст
каждой орогени
тых структур ра
студенты сделаю
его и путем прос
преподавателем.
В заключение
дается задание с
распространения
мира.

личным фациям для вводных занятий и руководящих ископаемых для каждого периода, а также графический материал (структурные карты земного шара для каждой тектонической эпохи) и описание типичных разрезов. Занятия строятся следующим образом: в начале каждого занятия студенты знакомятся с темой его, а затем получают необходимые объяснения. Желательно, чтобы эта часть занятия не превышала 20—25 минут.

После пояснений раздается фактический материал, и каждый студент самостоятельно изучает его.

При рассмотрении вопроса о фациях на вводных занятиях преподаватель демонстрирует образцы пород, характеризующие типичные фации. После того как все образцы просмотрены, каждому студенту дается несколько штучек для самостоятельного описания, определения типа фаций и условий их образования.

При изучении каждого периода, после разъяснений преподавателя, касающихся развития органического мира и главных геологических событий данного периода, студентам раздаются руководящие ископаемые.

Необходимо требовать от студентов зарисовки каждой руководящей формы. Это заставляет внимательно относиться к своей работе и невольно обращать внимание на наиболее характерные признаки того или иного представителя органического мира.

После изучения флоры и фауны можно перейти к истолкованию разрезов.

Материал для этого раздела предлагается студентам в виде описания разрезов. Если позволяет время, можно требовать от студентов составления стратиграфической колонки по данному разрезу в каком-нибудь произвольном масштабе.

Когда колонка построена, следует перейти к истолкованию разреза, пользуясь всеми сведениями, которые были получены ранее (представление о фациях, об особенностях залегания слоев, о руководящих ископаемых).

Сделанные выводы обязательно должны быть записаны в тетради.

Завершая изучение каледонского, герцинского, киммерийского и альпийского этапов развития Земли, необходимо обратить внимание студентов на изменение структур земной коры. Для этого предлагается студентам на контурных картах мира нанести для каждой орогенической эпохи области щитов, платформ, складчатых структур различного возраста и геосинклиналей. Лучше, если студенты сделают это задание самостоятельно, но можно провести его и путем простого копирования структурной карты, составленной преподавателем.

В заключение практических занятий по всему курсу студентам дается задание самостоятельно составить таблицы геологического распространения главных групп растительного и животного мира.

Проверку успеваемости следует проводить регулярно. Осуществлять ее можно двумя путями: 1) после прохождения части курса устраивать опросы; 2) время от времени ставить контрольные занятия, предлагая студенту решить ряд задач по пройденному материалу.

Нам кажется, что наилучшим способом проверки знаний будет комбинирование двух указанных методов.

К сожалению, рекомендовать какие-либо учебные пособия к практическим занятиям по исторической геологии очень трудно. Новых руководств совершенно нет, из старых же можно назвать лишь «Курс палеофаунистики» Ю. А. Жемчужникова, который в некоторых своих частях значительно устарел и не охватывает всех вопросов программы. Кроме того, в настоящее время это руководство является почти библиографической редкостью.

Для раздела «фации» можно указать учебник Д. В. Наливкина «Учение о фациях». Однако этот учебник рассматривает значительно более обширный материал, чем это необходимо по программе исторической геологии, и, помимо того, за истекшие с момента издания этого учебника почти 20 лет многие стороны учения о фациях стали рассматриваться под иным углом зрения, так что пользоваться этим руководством нельзя без внесения ряда поправок.

В качестве пособия для практических занятий по исторической геологии можно воспользоваться небольшой работой Сомова «Задачи по исторической геологии». ¹ В этом сборнике дается ряд довольно интересных задач, которые могут быть предложены студентам, а также большой вопросник, которым можно воспользоваться для проверки знаний студентов.

В начале работы Сомова приведены данные о длительности периодов в миллионах лет, очень сильно расходящиеся с определяемыми по свинцовому методу, который можно считать наиболее точным. Поэтому пользоваться этими данными не рекомендуется.

Практические занятия по исторической геологии преследуют следующие главные цели: 1) ознакомить студентов с развитием животного и растительного мира на конкретном, каменном материале от ранних форм, известных в ископаемом состоянии до современных; 2) научить, пользуясь комплексами животных и растительных остатков и отдельными руководящими ископаемыми, расчленять толщи осадочных пород, устанавливать их геологический возраст и сопоставлять геологические разрезы районов, более или менее удаленных друг от друга; 3) научить с помощью органических остатков и петрографических особенностей осадочных горных пород восстанавливать палеогеографию, условия обитания в морях и на суше, климатические особенности прошлых геологических времен; научить понимать и восстанавливать историю отдельных участков земной коры.

¹ А. А. С о м о в. Задачи по исторической геологии. Горгеонефтеиздат, 1934.

Как и всякая
разрешения сто
документов. Гл
ные, магматиче
низмов — окаме
шения, наблюда
ниях земной кор
необходимо пре
ментами.

В каком вид
зывают, окамене
нию органически
ны для захороне
течение многих с
кого сомнения, чт
фоссилизации тве
ней, стеблей раст
чатки. У позвоно
ископаемом состо
ных — раковина (г
стоногие), известк
ганизмов.

Мягкие ткани,
вергаются разруше
мом состоянии. Пр
мягких тканей жив
ние.

Растения сохрани
иной степени клетча

Глава I

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

А. Геологические документы

Как и всякая историческая наука, историческая геология для разрешения стоящих перед нею задач пользуется рядом природных документов. Главными из них являются горные породы — осадочные, магматические и метаморфические, остатки ископаемых организмов — окаменелости, наконец, залепание пород, их взаимоотношения, наблюдаемые в естественных или искусственных обнажениях земной коры. Приступая к изучению исторической геологии, необходимо прежде всего познакомиться с перечисленными документами.

В каком виде встречаются остатки организмов, или, как их называют, окаменелости? Каковы процессы, приводящие к окаменению органических остатков? Какие условия наиболее благоприятны для захоронения и сохранения остатков животных и растений в течение многих сотен тысяч и миллионов лет? Не вызывает никакого сомнения, что скорее всего следует ожидать окаменения или фоссилизации твердых скелетных частей животных и стволов, корней, стеблей растений; листья, как правило, способны давать отпечатки. У позвоночных животных твердыми, сохраняющимися в ископаемом состоянии, являются кости скелета, у беспозвоночных — раковина (моллюски), панцырь (трилобиты и другие членистоногие), известковый скелет кораллов и иные твердые части организмов.

Мягкие ткани, составляющие само тело животных, быстро подвергаются разрушению и поэтому почти не встречаются в ископаемом состоянии. Правда, известны отдельные находки окаменелых мягких тканей животных организмов, но они составляют исключение.

Растения сохраняются либо в виде обуглившейся в той или иной степени клетчатки, либо в виде окаменевших отдельных

частей большей частью крупных растений (окаменевшие стволы, шишки).

Для сохранения органических остатков имеют также громадное значение условия захоронения, большая или меньшая изолированность остатков организмов от различных разрушающих факторов: кислорода воздуха, других агентов атмосферного выветривания и грунтовых вод.

Обычно сохранность органических остатков может быть лучше обеспечена в водных бассейнах, чем на суше, где преобладает разрушение, вследствие сильных процессов выветривания. Поэтому преобладающее большинство окаменелостей представлено населением водных, главным образом морских, бассейнов. В морских бассейнах, благодаря содержанию в воде значительного количества растворенных солей, существует электролитическая среда, способствующая быстрой коагуляции мельчайших взвешенных частиц, оседание которых в пресной воде идет чрезвычайно медленно. Таким образом, любой животный организм, упавший после смерти на дно бассейна, очень быстро оказывается покрытым более или менее значительным слоем осадка и тем самым предохраняется от непосредственного разрушающего действия самой воды. Тем не менее и в морских осадках сохранность животных может быть различна. Часто удается найти непосредственно сами скелетные образования, сохранившиеся в хорошем состоянии, или, иногда, в большей или меньшей степени поврежденные. Нередко же эти скелетные образования оказываются нацело разрушенными, и мы находим лишь соответствующие им по внешней форме вдавленности на поверхности подстилающего и покрывающего слоев горной породы, которая в момент захоронения была еще пластичной. Такие следы от находившихся ранее в осадке организмов называются *отпечатками*. Отпечаток представляет как бы обратное изображение наружной поверхности захороненного организма, т. е., если на наружной поверхности организма были ребра или другие какие-либо выпуклости, то на отпечатке им будут соответствовать углубления — бороздки или ямки — и, наоборот, углубления на поверхности организма будут соответствовать выпуклости на отпечатке. С помощью какой-либо пластичной массы (воск, пластилин) с отпечатка можно воспроизвести наружную поверхность исчезнувшего организма в виде слепка. В том случае, когда захороненный организм, имевший более или менее значительный объем, оказывается совершенно разрушенным, его место в породе может заполниться каким-либо минеральным веществом, кристаллизующимся из раствора или просто механическим осадком, образовав естественный слепок или отлив, который в зависимости от тонкости, пластичности, выполняющего материала, передает с большей или меньшей детальностью внешний облик исчезнувшего организма. Такой слепок носит название *наружного ядра*. Встречаются часто и такие случаи, когда твердые части организмов сохраняются, чаще всего

это может б
лость, при ж
вается освоб
ского веществ
лость, образ
или внутрен
ки внутренн
бражение ее
отпечатками,
ных организ
следы различ
которые пла
пых, а также
Химически
вуют захорон
ческих остатк
окремнение, с
Под их возде
путем метасом
ществами орг
путем образ
В окамене
годаря медлен
няется не тол
ренного строе
окаменевших
беспозвоночны
кроскопически
структуры орг
исходит при о
зываются разл
наблюдается и
жет итти путем
няком или же
в виду, что пи
разрушаются по
ся в специальн
в коллекции. Об
Карбонатиза
ные породы, сод
воров, или на по
остатков в воды
Все эти про
А. А. Иностранц
анализ костей че
А. А. Иос

это может быть раковина какого-либо моллюска, а внутренняя полость, при жизни животного занятая его мягкими тканями, оказывается освобожденной благодаря быстрому разложению органического вещества. Тогда минеральное вещество, попадая в эту полость, образует слепок внутренней поверхности полости раковины или *внутреннее ядро*. Поверхность внутреннего ядра несет отпечатки внутренней поверхности раковины, т. е. дает нам обратное изображение ее. Иногда приходится встречаться даже не с ядрами или отпечатками, а лишь только со следами жизнедеятельности различных организмов. Такими следами жизнедеятельности являются следы различных ползающих (черви, трилобиты, брюхоногие и некоторые пластинчатожаберные моллюски) и стопоходящих животных, а также ходы сверлящих моллюсков.

Химические процессы, идущие в земной коре, нередко способствуют захоронению и тем самым длительному сохранению органических остатков. Главнейшими процессами этого рода являются: окремнение, обизвествление, ожелезнение и реже фосфатизация. Под их воздействием окаменение органических остатков идет либо путем метасоматическим, т. е. путем замещения минеральными веществами органических тканей и самих скелетных остатков, либо путем образования псевдоморфоз.

В окаменелостях, образовавшихся метасоматическим путем, благодаря медленному, очень постепенному замещению, нередко сохраняется не только внешний облик организма, но и детали его внутреннего строения. Особенно хорошо это можно видеть на примерах окаменевших стволов растений или раковин моллюсков и других беспозвоночных животных. Сделанные из этих окаменелостей микроскопические препараты позволяют изучать тончайшие детали структуры органических тканей. Особенно полное окаменение происходит при окремнении, при этом чаще всего окремненными оказываются различные растительные остатки, хотя довольно часто наблюдается и окремнение остатков животных. Ожелезнение может идти путем замещения органического вещества бурым железняком или же пиритом. В последнем случае необходимо иметь в виду, что пиритизированные окаменелости чрезвычайно быстро разрушаются под влиянием кислорода воздуха и потому нуждаются в специальной обработке для более длительного сохранения в коллекции. Обычно их покрывают специальным лаком.

Карбонатизация идет или благодаря проникновению в осадочные породы, содержащие органические остатки, карбонатных растворов, или на поверхности земли, при попадании органических остатков в воды карбонатных источников.

Все эти процессы протекают достаточно быстро. Проф. А. А. Иностранцев¹ приводит следующие данные: химический анализ костей человека и животных каменного века показывает

¹ А. А. Иностранцев. Геология, т. I, 1899.

содержание окиси железа от 22—28%, тогда как в костях ныне живущих найдены лишь следы окиси железа.

Наземные отложения, как указывалось, обычно редко содержат окаменелости. Однако известны отдельные случаи исключительно хорошей сохранности организмов, захороненных на суше. Всем известны находки трупов мамонтов в полосе вечной мерзлоты. В этих условиях наблюдается сохранение не только скелета, но и всех мягких тканей и волосяного покрова. Известны случаи прекрасного и довольно длительного сохранения в почти неизменном виде трупов людей и животных, захороненных в болотах. Хорошие условия сохранения создаются при захоронении подвижными песками (подвижные дюны) в засушливых областях. Здесь, благодаря сухому, жаркому климату, изредка выпадающие осадки испаряются, не успевая проникнуть более или менее глубоко. Поэтому захороненные организмы оказываются защищенными от разрушительного действия воды. Так же и при вулканических извержениях громадные количества твердых выбросов, засыпающих иногда целые города (Геркуланум, Помпея), обеспечивают весьма длительное сохранение их. При раскопках этих городов часто обнаруживают пустоты образовавшиеся на месте погребенных пеплом людей и животных. Заполняя их гипсом можно получить слепки (ядра), передающие во всех деталях внешний облик человека или животного. Нередки явления сохранения остатков человека и различных животных, служивших ему пищей (кухонные остатки), в пещерах.

Известны случаи и массового захоронения животных — так называемые «ископаемые кладбища». Эти массовые захоронения — результат одновременной гибели громадного количества животных вследствие каких-либо стихийных бедствий (разливов крупных рек, степных и лесных пожаров, горных обвалов). Нередко такие «кладбища» характеризуются странным, на первый взгляд, смешением скелетов самых разнообразных животных — хищников и травоядных. Такое смешение легко объяснимо: перед лицом общей страшной опасности все эти животные забывают о свойственных им в обычной жизни соотношениях и стремятся только избежать неминуемой гибели. Однако в настоящее время существует и иное представление о причинах образования таких массовых захоронений.¹ И. А. Ефремов считает, что почти все местонахождения позвоночных аллохтонны и образовались в результате скопления остатков животных, обитавших в прибрежно-морских условиях, по берегам рек или озер. Трупы этих животных, надутые газами, всплывали на поверхность воды и переносились течениями на большее или меньшее расстояние.

Примером таких захоронений могут служить находки В. П. Амалицкого на Северной Двине, представляющие ископаемое

¹ И. А. Ефремов. Труды Палеонтологического Института АН СССР, т. 24, 1950.

кладбище гигантских рептилий пермского возраста, а также индрикотериевые слои в третичных отложениях Закаспийской области, костеносные слои у г. Павлодара в Западной Сибири.

С помощью находящихся в осадочных горных породах окаменелостей прослеживают шаг за шагом эволюцию растительного и животного мира от его возникновения до наших дней. Оказалось возможным выделить ряд групп и отдельных родов и видов животных и растений, которые эволюционировали очень быстро и при этом более или менее внезапно исчезали в вертикальном геологическом разрезе и вместе с тем имели массовое и широкое географическое распространение. Пользуясь такими ископаемыми организмами, которые получили название *руководящих ископаемых*, удалось разделить время образования всей толщи осадочных пород, слагающих верхнюю оболочку земной коры на ряд следующих друг за другом этапов, или, иными словами, создать геохронологическую шкалу.

Геохронологическая шкала составлена следующим образом: самое крупное подразделение, основанное на исчезновении и появлении крупных групп животных и растений, тесно связанным с значительными тектоническими явлениями, названо *эрой*. Эра подразделяется на периоды, периоды на эпохи, эпохи на века, века на времена. Каждому из этих временных подразделений соответствуют подразделения уже самих осадочных толщ. Удобнее всего это показать в виде табл. 1.

Таблица 1

Деление по времени	Разделение толщ осадочных пород
Эра	Группа
Период	Система
Эпоха	Отдел
Век	Ярус
Время	Зона (горизонт)

В истории Земли выделены эры: самая древняя — архей, длившаяся около 900 млн. лет, затем протерозой — около 650 млн. лет, палеозой — около 400 млн. лет, мезозой — около 130 млн. лет и кайнозой, который длится уже примерно в течение 60 млн. лет.

Эти эры подразделяются на периоды следующим образом (от молодых к более древним (табл. 2).

При составлении геологической карты, для обозначения областей распространения отложений различного возраста, пользуются вышеобозначенными индексами. Однако такая карта была бы трудно читаемой. Поэтому разработана еще и цветовая международная легенда для геологической карты.

Б. Понятие о фациях

Изучение окаменелостей, связи их с теми или иными осадочными породами, их географического распространения, изучение палеогеографии показало, что разновозрастные отложения, образующиеся

Таблица 2

Эра	Период	Индексы	Длительность в миллионах лет			
			по Шухерту и Денбарру (1933 г.)	по Гольмсу (1937 г.)	по Бе- лоусову (1948 г.)	по Марбли (1950 г.)
Кайнозой	Четвертичный	<i>Q</i>	1	1	1	1
	Третичный	<i>Tr</i>	60	62	70	59
Мезозой	Мел	<i>Cr</i>	60	43	40	70
	Юра	<i>J</i>	40	45	40	25
	Триас	<i>T</i>	29	36	35	30
Палеозой	Пермь	<i>P</i>	40	38	40	25
	Карбон	<i>C</i>	75	52	50	55
	Девон	<i>D</i>	85	36	35	55
	Силур	<i>S</i>	85	50	80	120
	Кембрий	<i>Cm</i>	90	88	65	80
Протерозой		<i>Prz</i>				
Архей		<i>Ar</i>				1580

в различных точках земного шара, резко различны и по своей литологии и по заключающимся в них ископаемым организмам. Впервые наиболее подробно этому явлению уделил внимание в 1841 г. швейцарский геолог Грессли. Он предложил для таких изменений облика осадочных пород название „фация отложений“ (от латинского *facies* — что означает облик, вид, лицо) и дал следующее определение этому понятию: «Это совокупность видоизменений отложений, выражающаяся в том или ином петрографическом, геогностическом или собственно палеонтологическом их отличии» (цитировано по Н. Б. Вассоевичу „Эволюция представлений о геологических фациях”¹).

Однако Грессли, не придерживаясь собственной своей формулировки, употреблял термин «фация» и для обстановок осадкообразования, выделяя морскую, солоноватоводную, пресноводную и другие фации.

После Грессли многие исследователи занимались разработкой вопроса о фациях, придавая этому термину различный смысл.

Одни понимали фацию как породу, характеризующуюся определенными признаками, другие — как обстановку, в которой обитают те или иные организмы, третьи — «как внешний вид и внутреннюю структуру отложений» (Де-Лоне) и так далее.

Среди русских геологов первым ввел в употребление термин фация Н. А. Головкинский. В 1869 г. в своей докторской диссертации он предложил применять русское написание слова: «Ввиду важного значения и проистекающей из этого необходимости часто употреблять слово *facies*, я позволяю себе руссифицировать его и писать фация, за неимением соответствующего чисто русского сло-

¹ Литологический сборник № 1, 1948, Гостоптехиздат.

ица 2
ет
по
Марбл
1950 г.)

ва». Н. А. Головкинским разработан вопрос об изменении фаций во времени и в пространстве и о миграции фаций в связи с перемещениями береговой линии.

1
59
70
25
30
25
55
55
120
80

Существование многочисленных разноречивых толкований термина фация заставляет нас с особым вниманием отнестись к нему и изложить его содержание так, как оно понимается сейчас большинством геологов.

Облик пласта, или фация, определяется сочетанием признаков: окраской, вещественным составом, величиной частиц, сложением, или текстурой, характером и составом органических остатков. Все эти признаки пласта будут теми или другими в зависимости от тех физико-географических условий, в которых пласт образовывался. Следовательно, понятие „фация” сложное: оно одновременно обозначает облик пласта и ту обстановку, в которой он возникал и которая существовала на каком-либо участке суши или водного бассейна — мелкого или глубокого, пресного или соленого, теплого или холодного, бедного организмами или богатого. Очевидно, что один и тот же пласт, отлагавшийся в одно и то же время, в зависимости от условий, сложившихся в разных местах, будет различаться фациально: в одном месте он может быть сложенным наземными накоплениями, далее морскими — мелководными, более и более глубоководными и так далее.

Отсюда понятно огромное значение изучения фациальных изменений пласта не только при восстановлении палеогеографии, но и при стратиграфических построениях. Оно позволяет более правильно оценить геологический возраст различных осадочных толщ, правильнее делать сопоставление часто резко различных по фациям разрезов и тем самым облегчить и направить нужным образом поиски полезных ископаемых, связанных с отложениями данного возраста.

Фации чрезвычайно многочисленны и разнообразны. Для удобства изучения необходимо их классифицировать. Предлагались различные классификации на основе различных принципов.

Нам представляется наиболее рациональным положить в основание классификации фаций генетический принцип, т. е. классифицировать фации, исходя из условий образования того материала, который слагает самую основу фации — горную породу.

Пользуясь этим принципом, все фации можно разделить на четыре главные группы: 1) терригенные, 2) органогенные, 3) химические (хемогенные) и 4) вулканогенные.

При дальнейшем подразделении этих групп будем брать за основу для каждой из них различные, в данном случае наиболее существенные свойства.

Терригенные фации

В зависимости от среды, в которой отлагаются осадки, возникают типы терригенных фаций: морской, озерный, речной, лагун-

ный, ледниковый, пустынный и предгорный, а также тип фаций речных устьев. Своеобразные, особые типы терригенных фаций составляют лёсс и среди морских фаций — флиш. Внутри каждого типа терригенных фаций по величине обломков можно выделить следующие (табл. 3).

Таблица 3

Типы обломочных фаций	Величина обломков
Фация скал и камней	$> 9 \text{ см}$
Фация галечников, конгломератов и брекчий	от 9 см до 3 мм
Фация песков и песчаников	от 3 до 0,04 мм
Фация илов и глин	$< 0,04 \text{ мм}$

1. Морские фации

Терригенные фации морского типа пользуются наиболее широким распространением на всей поверхности земного шара. Обычно в них наблюдается последовательная смена (в случае нормального профиля дна бассейна) от грубообломочной фации скал и камней, отложившихся в прибрежной части, до фации тонких илов в удаленных от берега частях бассейна. Все эти фации тесно связаны друг с другом и постепенно переходят одна в другую.

Фация скал и камней представляет первую стадию разрушения континента. Эта фация развита в полосе прибоя. В зависимости от крутизны наклона морского дна фация скал и камней может распространяться до различных глубин, чаще до 5—10 м, иногда же и до 200—400 м.

Характерен биоценоз этих фаций. Прежде всего легко заметить неравномерную расселенность животных и растительных форм: стороны скал и камней, подверженные наиболее сильному воздействию прибоя, как правило, совершенно лишены жизни. На сторонах же более или менее защищенных от резких движений волн часто селится довольно многочисленная флора и фауна. Правда, здесь присутствуют исключительно прикрепляющиеся организмы: известковые водоросли *Lithothamnium*, плотно прирастающие к поверхности скал и камней, сверлящие моллюски *Pholas* и *Teredo*, присасывающиеся *Patella* и *Littorina*, прикрепляющийся биссусом *Mytilus*, прирастающая поверхностью створки *Ostrea* и целый ряд других форм, ведущих прикрепленный образ жизни и обладающих довольно прочной раковиной. В ископаемом состоянии эти фации встречаются редко.

Фация галечников, конгломератов и брекчий представляет следующую стадию раздробления горных пород материка. Глубина

распространения фации галечников зависит от характера берега. Отложение галечников также связано с зоной прибоя. Можно различать два основных типа галечников: подвижные и неподвижные. Там, где сильно ощущается действие волнения, галечник находится в постоянном движении. Отдельные гальки перекачиваются и трутся о дно и друг о друга. Понятно, что такое подвижное основание оказывается очень неблагоприятным для поселения организмов. Поэтому по отсутствию на поверхности галек, а также и в цементе, остатков организмов и по хорошей окатанности галек в ископаемом конгломерате легко признать бывший некогда подвижным галечник.

Неподвижные галечники обычно отлагаются на глубинах от 20 до 200—400 м, в углублениях рельефа морского дна, в спокойной, малоподвижной воде и представляют накопление галек и небольших валунов различного диаметра, нередко плохо окатанных. Это — удобный субстрат для различных прикрепляющихся организмов. В неподвижных конгломератах часто можно найти богатую морскую фауну, состоящую главным образом из прикрепляющихся форм, но, кроме того, и из организмов, поселяющихся в песке и иле, заполняющих промежутки между галькой. Таким образом, неподвижные конгломераты характеризуются еще и обилием цемента, нередко преобладающего над галькой. Они обычно бывают распространены на незначительных площадях.

Изучение состава галечников показало, что они образуются не только за счет разрушения берегов, но и за счет выноса реками из внутренних областей континента.

Пески и песчаники являются следующей по гранулометрическому составу более мелкозернистой фацией.

В песках мы большей частью находим уже не обломки горных пород, как в галечниках, а мелко раздробленные кристаллы отдельных минералов.

Благодаря тому, что одни минералы легко разрушаются, другие же оказываются более устойчивыми, происходит накопление песков различного минералогического состава. Чаще всего наиболее устойчивым минералом является кварц, и поэтому пески с преобладающим количеством кварца, или, как их называют «кварцевые пески», оказываются наиболее распространенными. Известны также случаи образования мономинеральных песков и иного состава, например: магнетитовые, гранатовые, оливиновые, полевошпатовые (аркозовые) и др. Нередки, однако, и полимиктовые пески, состоящие из обломков двух или нескольких минералов.

Уплотненные и сцементированные пески превращаются в песчаники. По составу цемента различают кварцитовидные песчаники с кремнистым цементом, известковистые, глинистые, железистые и так далее.

В морских отложениях фация песков широко развита. Различают пески прибрежные, образовавшиеся путем разрушения бере-

гов прибоем, а также выноса реками и пески глубинные, возникшие переотложением мелких частиц донными течениями.

Прибрежные пески располагаются широкой полосой вдоль береговой линии, начинаясь непосредственно у уреза воды при пологих берегах или же поодаль у крутых, скалистых берегов. Эта полоса достигает ширины в несколько десятков, иногда и сотен километров.

Прибрежные пески чрезвычайно богато населены. Здесь обитают большей частью зарывающиеся формы как *Lingula*, *Mya* и некоторые другие пластинчатожаберные моллюски, зарывающиеся и свободно лежащие на дне морские ежи, черви, ракообразные, а также целый ряд различным образом прикрепляющихся форм. Животные, обитающие в полосе прибрежных песков, отличаются массивной, толстостворчатой раковиной (моллюски, брахиоподы). Так как прибрежные пески распространяются обычно не глубже 30 м, то естественно, что на них живут типично мелководные организмы. Очень часто в этих песках в большом количестве встречается раковинный детритус.

Прибрежные пески характеризуются большей частью диагональной слоистостью. Мощность их зависит от источника образования: они маломощны (первые десятки метров), если произошли абразионным путем, но могут достигать мощности в сотни метров, если сложены продуктами выноса рек.

Глубинные пески отлагаются большей частью на ограниченных площадях, иногда вытянутых полосами, соответственно направлению донных течений. Порою же эти площади огромны и достигают нескольких десятков и даже сотен километров в поперечнике.

Глубина распространения этих песков различна. Чаще всего 50—60 м, но иногда доходит до 150—200 м, в редких случаях до 600—700 м.

Глубинные пески имеют большей частью незначительную мощность, обычно тонкозернисты, правильно слоисты. Органическая жизнь здесь также очень богата. На этих песках селятся прикрепляющиеся различным способом формы, зарывающиеся, иногда даже сверлящие организмы. Для глубинных песков характерны глубоководные обитатели, обладающие тонкостенной раковиной.

Фация илов и глин. Окончательную стадию раздробления терригенного материала представляют илы — это чрезвычайно тонкозернистый осадок, отлагающийся в слабо подвижной воде, что обычно при значительных глубинах. Под влиянием уплотнения и некоторых гидрохимических процессов, следующих за накоплением осадка, или, как говорят, в результате диагенеза этот рыхлый материал постепенно превращается в плотные, более или менее пластичные глины. Фация глин особенно широко развита в морских отложениях.

По месту накопления выделяют прибрежные и глубинные глины.

Прибрежные глины образуются на небольшой глубине, обычно

несколько метров
боя и сильных
ные заливы и п
Распространени
обычно имеют
лива, бухты ил
ных глин не ве
разрушение бер
ся глины, движа
чего этим глин
ди них встреча
ные глины обы
заливы и бухт
растания водор
вая питание, с
ных. Здесь мо
групп беспозво
ше всего черв
фораминифер
ны. Пелеципод
ной.

Иногда об
восстановител
количества сер
в осадок орган
казаться безж
ных остатков
случае скопле
становятся би

Глубинные
симости от сил
сти дна, вообщ
бине около 40
ного распростр
шельфа, конт
сальных глубин

Глубинные г
стей, до нескол
представлена гл
ми формами. Е
ил или свободно
характерны орга
ной скульптурой
или, наоборот, ч
Илы самых г
лишены органиче
ных глубин. Зде

несколько метров, в участках моря, защищенных от действия при-
боя и сильных течений. Такими участками могут быть обособлен-
ные заливы и проливы, отмели, покрытые мангровыми зарослями.
Распространение этих глин ограничено. Площади их развития
обычно имеют замкнутые контуры, соответствующие контуру за-
лива, бухты или пролива, где они отлагались. Мощность прибреж-
ных глин невелика. Источником для них большей частью является
разрушение берегов. В полузамкнутых водоемах, где накапливают-
ся глины, движение воды почти полностью отсутствует, вследствие
чего этим глинам свойственна плохая сортировка материала и сре-
ди них встречаются и более крупнозернистые частицы. Прибреж-
ные глины обычно богаты остатками растений и животных, так как
заливы и бухты обладают благоприятными условиями для произ-
растания водорослей и морской травы. Растительность, обеспечи-
вая питание, способствует развитию громадного количества живот-
ных. Здесь можно встретить представителей самых разнообразных
групп беспозвоночных: много травоядных и илоядных форм; боль-
ше всего червей, пелеципод, гастропод, ракообразных и донных
фораминифер — все это типичные представители мелководной фау-
ны. Пелециподы и гастроподы нередко обладают массивной ракови-
ной.

Иногда обилие органического вещества в осадке, в условиях
восстановительной среды, может повести к образованию большого
количества сероводорода, который растворит раковины попавших
в осадок организмов, и тогда глины в ископаемом состоянии будут
казаться безжизненными. Однако большое количество раститель-
ных остатков придает прибрежным глинам *углистый характер*, а в
случае скопления большого количества зоогенных продуктов они
становятся *битуминозными*.

Глубинные глины образуются на различных глубинах в зави-
симости от силы прибоя и течений, крутизны наклона поверхно-
сти дна, вообще от рельефа морского дна. Большей частью на глу-
бине около 40 м, а иногда уже и 20 м начинается область сплош-
ного распространения глин, захватывающая всю глубинную часть
шельфа, континентальный склон и переходящая в область абис-
сальных глубин.

Глубинные глины часто достигают очень значительных мощно-
стей, до нескольких сотен метров. Фауна их сравнительно бедна и
представлена главным образом трупоядными, илоядными и хищны-
ми формами. Все эти животные обитают чаще всего зарываясь в
ил или свободно лежа на его поверхности. Для глубинных глин
характерны организмы с тонкостенными раковинами и с очень неж-
ной скульптурой. Нередко встречаются формы с атрофированными
или, наоборот, чрезмерно развитыми органами зрения.

Илы самых глубоких частей батимальной области почти совсем
лишены органических остатков, так же как и отложения абиссаль-
ных глубин. Здесь накапливаются весьма незначительные мощно-

сти, и в ископаемом состоянии абиссальные отложения почти неизвестны.

2. Фации лагун

Здесь рассмотрим отложения собственно лагун, т. е. более или менее изолированных бассейнов с ненормальной соленостью.

а) *Бассейны с повышенной соленостью.* Основную массу отложений этих бассейнов составляют различные соли, о которых будет сказано ниже, терригенные же фации находятся в резко подчиненном положении. Совершенно отсутствует фация галечников и конгломератов. Как правило, эти осадки лишены фауны или содержат лишь некоторые виды ракообразных.

б) *В опресненных бассейнах,* особенно в больших, расположение обломочных фаций по существу не отличается от расположения их в морях. Поэтому в ископаемом состоянии их можно узнать только по фауне, которая имеет все признаки эвригалинной фауны, т. е. легко применяющейся к значительным колебаниям солености. Она характеризуется однообразием видового состава при массовом распространении, малыми размерами и другими признаками угнетенности.

3. Фации речных устьев (дельты эстуарий)

Эти фации преимущественно выражены песками и глинами. В дельтах они постоянно перемежаются и переходят друг в друга по простирацию. Залегание их часто линзовидное.

Большая или меньшая крупнозернистость дельтовых отложений зависит от скорости течения реки в устьевой части. При больших скоростях течений преобладает песчаный материал, при малых — глинистый.

Слоистость дельтовых осадков весьма разнообразна и меняется от правильной, параллельной до различных видов косой на разных участках дельты.

Накопления дельт имеют, однако, очень большие мощности, измеряемые сотнями метров, а иногда и километрами.

Дельтовые отложения бедны органическими остатками. Последние состоят из немногочисленных представителей фауны, характерной для пресноводных и опресненных бассейнов. Иногда можно встретить остатки наземных животных и растений, принесенных с суши.

Отложения эстуарий сложены исключительно глинистой фацией. Мощности осадков эстуарий незначительны. В них обычно встречается солоноватоводная фауна, представляющая обедненную фауну прилежащих частей моря.

4. Речные фации

В отложениях равнинных рек преобладающей является фация песков. Речные пески обычно имеют неправильную косую сло-

стость. Фация конгломератов и фация глин в отложениях рек имеют подчиненное значение и, как правило, залегают в форме линз.

Речные осадки всегда вытянуты в виде длинной полосы, соответствующей направлению русла реки. Мощности речных отложений большей частью незначительны. Фауна и флора в них содержатся пресноводные и нередко наземные.

С особенностями аллювия горных рек мы познакомимся при рассмотрении фаций предгорий.

5. Озерные фации

Галечники и конгломераты в отложениях озер встречаются довольно редко. В тех случаях, когда они все же имеются, накопление галечника происходит исключительно за счет приноса рек. Песчаная фация также мало развита, а иногда и совсем отсутствует. Наиболее широко представлена фация глин, выполняющая всю центральную часть озерной котловины.

Озерные отложения содержат пресноводную фауну.

В ископаемом состоянии отложения озер легко узнать по небольшой площади, занимаемой ими, по замкнутости контуров, а также по характерной зональности расположения осадков, обусловленной последовательной сменой крупнозернистых отложений мелкозернистыми от периферической части к центру бассейна.

Специфический характер имеют отложения приледниковых озер. Они отличаются правильной сезонной слоистостью и носят название *ленточных глин*.

К озерному типу фаций можно отнести и отложения болот, представляющих заросшие растительностью водоемы. Осадки их выражены исключительно в глинистой фации и содержат пресноводную фауну и громадное количество растительных остатков. Как и озерные отложения, они имеют замкнутые контуры и развиты на ограниченных площадях, отличаясь от озерных отложений отсутствием зональности в распределении осадков.

Мощность озерных и болотных отложений невелика.

6. Ледниковые фации

Собственно ледниковые отложения — морены — характеризуются накоплением совершенно несортированного материала. Здесь перемешаны все разновидности терригенных фаций — от камней до глин. Обломки камней слабо или почти совсем не окатаны. Слоистость в моренных отложениях отсутствует совершенно.

Петрографический состав морены весьма разнообразен. Эти отложения достигают больших мощностей и обычно имеют сильно сглаженное или даже отшлифованное ложе.

В отложениях флювиогляциальных вод наблюдается уже хорошая сортировка материала. Здесь присутствуют более мелкозерни-

стые осадки — пески и глины. К фации песков ледникового типа следует отнести отложения подледниковых потоков, получившие название озов. Они представляют полосообразно вытянутые образования, напоминающие железнодорожную насыпь. О глинистой фации ледникового происхождения (ленточные глины) говорилось выше.

Все ледниковые отложения совершенно лишены каких-либо органических остатков.

7. Пустынные фации

В областях пустынь преимущественным распространением пользуются фация песков (эоловые пески) и фация камней (каменистые пустыни); фация глин встречается сравнительно мало. Значительно большее развитие фация глин имеет в области полупустынь.

Пустынные образования обычно занимают громадные площади, но не достигают значительных мощностей. Большей частью для них характерна яркая, пестрая окраска, так как в условиях жаркого сухого климата поднимающиеся вверх по капиллярам грунтовые воды легко испаряются, а растворенные в них соли, обычно окислы железа, выпадая из раствора, обволакивают песчинки железистой корочкой.

Органические остатки встречаются очень редко. Обычно это скопление костей наземных животных.

8. Фации предгорий

К этому типу обломочных фаций могут быть отнесены аллювиальные накопления русловых частей горных рек и их конусы выносов, а также отложения осыпей и горных обвалов. В ископаемом состоянии эти образования встречаются сильно уплотненными, более или менее сплошной полосой опоясывающими горные сооружения. Их принято называть «молассами». Наибольшее развитие имеет здесь самый грубообломочный материал — фация камней. Аллювий в руслах горных рек отличается отсутствием сортированности материала. Можно найти здесь все разновидности обломочных фаций.

В конусах выносов горных рек и временных горных потоков наблюдается некоторая сортировка. Течение воды постепенно ослабевает и уже не может передвигать крупные обломки горных пород, которые и скапливаются в виде нагромождения крупных глыб и валунов в вершине конуса выноса. От вершины к основанию конуса выноса материал становится все более и более мелкозернистым. Фация камней сменяется фацией галечников, затем фацией песков и, наконец, фацией глин. Все эти отложения характеризуются неоднородностью материала.

Отложения осыпей и обвалов не имеют сортировки и совсем не окатаны. Все обломочные фации предгорного типа лишены органических остатков.

Лёсс в типичном виде с преобладанием 0,1 до 0,25 мм (10—15% СаСО₃) и значительной вертикальной мощностью. Лёсс обычных высоких плато.

Существует много исследований о лёссе. Другими отложениями (песками, глинами, галечниками). Третьи — лёссовидной мукой.

В настоящее время почвенной геологии была предложена.

Согласно современным представлениям почвообразования, в горных породах.

Л. С. Берг.

приятны для некоторых лесов и делювий, т. е. пени односторонне развитых мощных.

Большие лёссовые — 400 м. мало изучены и описывавшихся.

В толщах погребенных материнских пород. С этим не только остатки наземных животных.

Время образования следниковые.

Флишем наземных рядом специфических.

9. Лёсс

Лёсс в типичном выражении представляет тонкозернистую породу с преобладанием частиц диаметром менее 0,05 мм (частиц от 0,1 до 0,25 мм очень мало), неслоистую, пористую, карбонатную (10—15% CaCO_3 и MgCO_3), палево-желтого цвета, обваливающуюся вертикальными стенками.

Лёсс обычно приурочен к речным долинам, на равнинах и невысоких плато иногда слагает и водоразделы.

Существует несколько гипотез о происхождении лёсса. Одни исследователи считают лёсс ветровым образованием, представляющим осадок атмосферной пыли (эоловая теория происхождения лёсса). Другие считают лёсс результатом смыва атмосферными осадками продуктов выветривания коренных пород со склонов и отложения их у подножия возвышенностей (делювиальная гипотеза). Третьи ученые полагают, что лёсс является отложением ледниковой мути, вынесенной талыми ледниковыми водами.

В настоящее время некоторые ученые склоняются к четвертой — почвенной гипотезе происхождения лёсса. Впервые эта гипотеза была предложена Л. С. Бергом.

Согласно почвенной гипотезе Л. С. Берга «лёсс, а также лёссовидные породы могут образоваться в результате выветривания и почвообразования в условиях сухого климата, из самых разнообразных пород на месте (*in situ*)».

Л. С. Берг указывает, что некоторые породы особенно благоприятны для образования лёссов. К числу таких пород относятся некоторые ледниковые и флювиогляциальные отложения, аллювий и делювий, т. е. породы, обладающие в большей или меньшей степени однородностью механического состава. Лёссы обычно достигают мощности от 3 до 10—12 м.

Большие мощности туркестанских лёссов — 50 м и китайских лёссов — 400—500 м — вызывают сомнения, так как они очень мало изучены и во всяком случае, — по указаниям исследователей, описывавших эти толщи, — неоднородны.

В толщах лёссов обычно наблюдаются один или два горизонта погребенных почв, свидетельствующие о повторяемости отложения материнской породы и последующих процессов почво- и лёссообразования. С этими почвенными горизонтами бывают связаны находки не только остатков флоры (травянистой, степной растительности), а также наземных и пресноводных моллюсков и степных позвоночных животных.

Время образования лёссов падает на сухие межледниковые и послеледниковые эпохи.

10. Флиш

Флишем называют особую фацию, характеризующуюся целым рядом специфических признаков. Главнейшие из них:

1) наличие большого количества сланцеватых пород во флишевых толщах, благодаря чему последние легко осыпаются и оползают (отсюда и само название — флиш — *flissen* — течь);

2) значительная карбонатность;

3) присутствие подчиненных прослоев твердых пород — песчаников, известняков;

4) резко выраженная слоистость, обусловленная чередованием различных пород;

5) частое нахождение фукоидов и гиероглифов;

6) исключительная редкость находок макрофауны и обилие микрофауны;

7) большая мощность;

8) ритмичность в чередовании пород, слагающих флишевые толщи и связанное с ней закономерное распределение микрофауны, фукоидов, изменения карбонатности и т. д.

Последний признак является основной особенностью флишевых толщ. Один ритм представляет собой сочетание основных типов пород, расположенных внутри ритма всегда в определенном порядке и повторяющихся в разрезе флиша только вместе с повторением самого ритма.

Мощность отдельных ритмов может колебаться от нескольких миллиметров до метров, но обычно измеряется сантиметрами или немногими десятками сантиметров.

Ритм представляет наименьший этап в процессе осадкообразования.

Полный ритм состоит из трех элементов: первый — нижний, второй — средний и третий — верхний.

Эти элементы ритма отличаются друг от друга прежде всего изменением гранулометрического состава, от грубого до тонкого снизу вверх. Точно так же снизу вверх уменьшается карбонатность пород в ритме.

В виде исключения встречаются обращенные ритмы, в которых изменение гранулометрии и карбонатности происходит в обратном порядке.

Наряду с полными ритмами иногда встречаются неполные, у которых отсутствует частично или полностью один из крайних элементов ритма (первый или третий).

Как уже сказано выше, с ритмичностью связано и распределение проблематических образований — гиероглифов и фукоидов. Гиероглифы, или, как их называют, «флишевая скульптура», образуют выпуклые неровности на верхней поверхности третьего элемента ритма, образованные из более грубого материала, чем несущий их третий элемент ритма. На нижней поверхности первого элемента следующего ритма находятся соответствующие им вогнутости.

Гиероглифы всегда приурочены к пограничной поверхности первого и третьего элементов смежных ритмов.

Отсюда и
Фукоиды
илоедов. Они
ма и выполн
Флишева
горных об.
геосинклина
этап в разв
аккумуляци
на отдельн
вов (корди
превращени

Таким о
вания смен
переходом
в сторону

Флиш ч
составилос
ко это нет
весьма ред
ные облом
первому э

Наряду
остатки р
остракод.
Как прави
полного и
приходитс
элемента
фауны свя
подвижном

В связи
нение карб
чаются пер
менту ритм
ритма отсут
Наличие
успехом стра

Органоген
щие за счет
зультате жиз
ные фации уд
натные фации

Отсюда исключаются все обычные знаки ряби.

Фукоиды представляют следы ползания и ходы червей и других илоедов. Они, как правило, приурочены ко второму элементу ритма и выполнены породой, отличной от окружающего осадка.

Флишевая фация — образование, встречающееся в складчатых горных областях, сложившихся на месте существовавших ранее геосинклиналей. Отложение флиша характеризует определенный этап в развитии геосинклинали, а именно: завершение процесса аккумуляции осадков в геосинклинальном бассейне, уже разбитом на отдельные обособленные участки рядами возникающих островов (кордильеры), перед общим воздыманием складчатых масс и превращением геосинклинали в горное сооружение.

Таким образом, стадия образования флиша после горообразования сменяется стадией накопления *моласс*, что можно доказать переходом фации флиша в грубообломочные отложения моласс в сторону древних кордильер.

Флиш чрезвычайно беден остатками животных, благодаря чему составилось представление о флише, как о «немых» толщах. Однако это неточно. Хорошо сохранившиеся макроорганизмы, хотя весьма редки, все же встречаются во флише, отдельные же окатанные обломки их весьма многочисленны и обычно приурочены к первому элементу ритма.

Наряду с обломками макроорганизмов в изобилии встречаются остатки различных микроорганизмов: фораминифер, радиолярий, остракод. Распределение их по элементам ритма неравномерное. Как правило, количество их уменьшается снизу вверх, до почти полного исчезновения в третьем элементе ритма. Максимум же их приходится не на первый элемент ритма, а на самые низы второго элемента ритма. Возможно, что бедность флиша остатками макрофауны связана с обстановкой образования флиша при постоянно подвижном дне и частой смене условий существования.

В связи с распределением органических остатков стоит и изменение карбонатности внутри ритма: сильной карбонатностью отличаются первый элемент ритма и начало второго, к третьему элементу ритма карбонатность уменьшается и в третьем элементе ритма отсутствует.

Наличие хорошо сохранившихся микроорганизмов позволяет с успехом стратифицировать мощные толщи флиша.

Органогенные фации

Органогенными фациями будем считать образования, возникающие за счет накопления остатков различных организмов или в результате жизнедеятельности животных и растений. Все органогенные фации удобно подразделить на три основные группы: карбонатные фации, кремнистые и каустобиолиты, или горючие породы.

1. Карбонатные органогенные фации

К карбонатным органогенным фациям относятся известняки, образовавшиеся либо от скопления известковых частей различных животных, либо в результате жизнедеятельности организмов, либо под влиянием химических реакций, сопровождающих разложение органического вещества. Первый случай образования органогенных известняков наиболее широко распространен. В зависимости от группы, которой принадлежат остатки, слагающие известняки, последние делятся на ряд типов.

Наиболее широко распространены следующие известняки: фораминиферовые и мел, губковые и археоциатовые, коралловые и строматопоровые, мшанковые, брахиоподовые, пелециподовые, гастроподовые, цефалоподовые, эхиндерматовые (эхиносферитовые, криноидные, эхиноидные), серпулевые, водорослевые.

Все эти разновидности известняков получили свои названия по преобладанию тех или иных организмов, так как чистых разновидностей, сложенных остатками какой-либо одной фаунистической группы, почти никогда не встречается.

Организмы, слагающие различные известняки, позволяют с большей или меньшей долей вероятности судить об условиях их образования. Пользуясь аналогией с образом жизни современных животных, удастся довольно точно воспроизвести условия отложения различных известняков молодого, кайнозойского возраста. Значительно труднее восстановление условий образования органогенных известняков в мезозойские времена и тем более в палеозойские. Здесь об условиях образования их можно говорить уже лишь предположительно. Рассмотрим каждый тип известняков с точки зрения условий, в которых он отлагается.

а) *Фораминиферовые известняки.* Среди фораминифер как планктонных, так и бентонных преобладают очень мелкие, большей частью микроскопические формы. Однако встречаются и весьма крупные по размерам представители этой фауны.

В истории земной коры известны два максимума в развитии крупных донных фораминифер, приведших к накоплению больших толщ фораминиферовых известняков.

Первый максимум относится к концу палеозоя. В отложениях каменноугольного и пермского периодов широко распространены и достигают больших мощностей толщи швагериновых и фузулиновых известняков.

Второй максимум относится ко второй половине мелового и к первой половине третичного периодов. В верхнемеловую эпоху образовалась специфическая карбонатная органогенная фация писчего мела, основная масса которого состоит из раковин планктонных фораминифер и кокколитофорид.

Эта фация представляет, повидимому, образование различных глубин. Нередко в толщах писчего мела можно обнаружить зна-

чительные примеси обломочного материала, мелководную фауну с крупными массивными раковинами (*Inoceramus*, *Echinocorys*). Мощность такого мела часто весьма значительна. Нет сомнения, что это типичное мелководное образование. Однако некоторые разновидности писчего мела оказываются чистыми от кластического материала, не содержат мелководной фауны и мощность их незначительна. В таком случае вполне вероятно, что подобные толщи мела имеют более глубоководное происхождение. Существует и иной взгляд на образование писчего мела: некоторые исследователи считают его продуктом переработки илоедами различных карбонатных пород. Согласно этой точке зрения мел следует считать образованием мелководным.

Начало третичного периода характеризуется накоплением значительных по мощности толщ нуммулитовых известняков.

Известняки, сложенные бентонными фораминиферами с крупной массивной раковиной, всегда характеризуют небольшие глубины в теплых водах тропических широт. Для нуммулитовых известняков палеогена вероятна глубина образования около 50 м. Возможно на таких же небольших глубинах слагались громадные толщи верхнепалеозойских фузулиновых и швагериновых известняков.

б) *Губковые известняки*. Известковые губки редко оказываются породообразующими организмами. Чаще всего они участвуют, наряду с кораллами, в рифообразовании.

Сами же по себе губки редко дают большие скопления, образуя так называемые губковые слои, имеющие очень небольшие мощности и небольшую протяженность. Известковые губки указывают на существование тепловодных бассейнов и на незначительные глубины.

Примером древних ископаемых известняков, сложенных остатками близких к губкам организмов, могут служить археоциатовые известняки, широко известные в кембрийских отложениях Сибирской платформы.

в) *Коралловые известняки*. В современных условиях значительные по мощности толщи коралловых известняков образуются только рифостроящими кораллами. Эти животные могут жить и развиваться лишь в строго определенных узких рамках условий обитания. Они живут в полосе очень сильных движений воды, в зоне прибоя теплых морей с температурой воды не ниже 20°C и не переносят изменения солености воды. Глубина их обитания около 20—40 м. Рифостроящие кораллы требуют наличия прозрачной, чистой воды, поэтому в мутной, илистой воде в местах впадения рек, коралловые рифы никогда не образуются. Можно предполагать, что рифостроящие кораллы древних периодов истории Земли (мезозоя и кайнозоя) в большинстве случаев жили в близких к указанным условиям.

г) *Мшанковые известняки*. Мшанки, живущие в нормально соленой морской воде, обладают известковым или известково-рого-

вым скелетом и нередко образуют значительные толщи мшанковых известняков. Они характеризуют глубины от 90 до 200 м в бассейнах умеренного пояса. Известны многочисленные роды и виды мшанок, живущих в солоноватой и в пресной воде, но пресноводные мшанки лишены скелета.

д) *Брахиоподовые, пелециподовые и гастроподовые известняки.* В то время как брахиоподы являются морскими животными (за исключением некоторых беззамковых, как например *Lingula*, которая может жить и в несколько опресненных водах), пелециподы и гастроподы имеют много представителей среди пресноводной фауны, а гастроподы нередко обитают и на суше.

В морских бассейнах все три группы животных распространены на весьма различных глубинах — от нескольких метров до нескольких тысяч метров. Тем не менее формы, распространенные на больших глубинах, не встречаются в сколько-нибудь значительных скоплениях и большей частью не являются породообразующими. Наоборот, мелководные формы обычно весьма многочисленны, обладают крупной, массивной раковиной и, скопляясь в громадных количествах, образуют нередко очень мощные толщи известняков, иногда ракушечников.

Наблюдается определенное соотношение в распределении этих трех типов известняков по эрам, связанное с максимумами развития той или иной группы. Среди них в палеозое преобладающее значение имеют различные брахиоподовые известняки, причем все это исключительно мелководные образования. В мезозое главную роль играют пелециподовые, а в кайнозое почти в одинаковой мере распространены и гастроподовые и пелециподовые известняки.

е) *Цефалоподовые известняки* встречаются сравнительно редко. Головоногие моллюски, имеющие раковину, ведут различный образ жизни: известны нектонные и бентонные организмы. Последние жили, повидимому, в различных условиях: одни — на илистом, другие — на песчаном, третьи — на твердом грунте в чистых, подвижных водах. Поэтому к установлению условий образования цефалоподовых известняков надо подходить с осторожностью. Возможно, что иногда эти известняки образуются за счет некропланктонного переноса пустых раковин аммонитов.

Глубины образования цефалоподовых известняков были, повидимому, умеренными, т. е. не более 300—400 м.

Все цефалоподы — исключительно морские животные.

ж) *Эхинодерматовые известняки* чрезвычайно широко распространены в отложениях всех геологических времен, начиная с синтоидеи, морские ежи и морские лилии. Все они обитатели нормальных морских бассейнов.

Наиболее важную роль в образовании известняков играют криноидеи. В сложении криноидных известняков участвуют иногда лишь членики стеблей, и только изредка в таких известняках

встречаются це-
особенностями
крепленного су-
ноидей во взро-
Ископаемые
средней части

з) *Серпулевые*
поверхностью и
раковинах разл-
эти черви разн-
ляются большими
название «серп-
сти до 20—30 м

и) *Водоросли*
сложенные оста-
пресноводные ха-
Органогенные и
тельности орган-
большое значени-

Известняки,
поверхностью не-
мощностей и изв-
и даже от проте-
ки указывают на

Исследования
в образовании из-
которые в процес-
морской воды. Та-
различного геоло-

Выделение изв-
ческих реакциях,
ского вещества.

2. Кремнистые

Кремнистые орга-
кремневым скелетом
томейми. Спиккули к-

сах, образуют так н-
Скелеты радиоляр-

количестве в кремни-
здесь все же второст-

шими. Диатомеи же,
пелов и диатомитов,
мощностей.

Диатомовые водоро-
новатоводных и пресн-

встречаются целые экземпляры. Это явление, возможно, связано с особенностями образа жизни морских лилий: с переходом от прикрепленного существования к свободному у некоторых родов криноидей во взрослой стадии развития.

Ископаемые криноидные известняки характеризуют глубины средней части шельфа.

з) *Серпулевые известняки*. Черви рода *Serpula* выделяют своей поверхностью известковые трубки, которыми они прикрепляются на раковинах различных моллюсков или просто на камнях. Иногда эти черви размножаются в громадных количествах, трубки их скопляются большими массами, образуя известняк, который и получил название «серпулит». Такие серпулиты достигают иногда мощности до 20—30 м.

и) *Водорослевые известняки*. Нередко встречаются известняки, сложенные остатками водорослей, содержащих известь. Таковы пресноводные харовые известняки и морские — соленопоровые и др. Органогенные известняки, образовавшиеся в результате жизнедеятельности организмов, распространены меньше, но также имеют большое значение.

Известняки, представляющие скопление извести, выделяемой поверхностью некоторых водорослей, достигают нередко больших мощностей и известны во всех периодах истории Земли от кембрия и даже от протерозоя до нашего времени. Водорослевые известняки указывают на глубины до 100—110 м.

Исследования Дрю (Drew) показали, что в тропических морях в образовании известняков большую роль играют особые бактерии, которые в процессе своей жизнедеятельности выделяют известь из морской воды. Таким путем образовались многие немые известняки различного геологического возраста.

Выделение извести из морской воды возможно также при химических реакциях, сопровождающих процесс разложения органического вещества.

2. Кремнистые органогенные фации

Кремнистые органогенные фации слагаются организмами с кремневым скелетом: радиоляриями, кремневыми губками и диатомеями. Спикули кремневых губок, скопляясь в громадных массах, образуют так называемые «спонголиты».

Скелеты радиолярий и спикули губок встречаются в большом количестве в кремнистых сланцах и радиоляритах, но они играют здесь все же второстепенную роль и не являются породообразующими. Диатомеи же, накапливаясь массами, образуют пласты трепелов и диатомитов, правда, не имеющих обычно значительных мощностей.

Диатомовые водоросли могут быть обитателями морских, солонатоводных и пресных бассейнов, так что для выяснения усло-

вий образования диатомита необходимо ознакомиться с видовым составом диатомей. Однако всегда можно определенно сказать, что диатомеи указывают на образование породы в холодноводном бассейне.

Породы, сложенные диатомовыми водорослями, известны с третичного периода.

3. Каустобиолитные фации

В группу каустобиолитов входят горючие породы растительного и животного происхождения. Это каменные угли, торф, бурый уголь, горючие сланцы и нефть.

а) *Уголь*. Большую роль в процессе углефикации органического вещества играют анаэробные бактерии. Иногда принято считать, что степень углефикации находится в прямой зависимости от геологического возраста углей. Однако этот фактор не имеет решающего значения. Существенные изменения исходного материала связаны с динамометаморфизмом. Прослеживая угольные залежи одного и того же возраста от равнинных областей с горизонтальным залеганием слоев к складчатым системам, можно последовательно наблюдать переход от бурых углей через каменные угли к антрацитам. Геологический возраст каменных углей различен. Первые залежи углей встречаются в среднем девоне.

Стратиграфическое место в общей геохронологической шкале всех эпох угленакопления и связанных с ними запасов каменного

Таблица 4

Системы	Главнейшие эпохи углеобразования	Замечания
Четвертичная	Образование торфяников	
Третичная	IV. Третичная	Новое возрастание процессов углеобразования
Верхнемеловая	—	Замирение углеобразования в конце нижнего и в начале верхнего мела
Нижнемеловая	III. Юрско-меловая	Возрастание процессов углеобразования, особенно в юре
Юрская	—	Замирение углеобразования
Триас	II. Пермская	Две эпохи главнейшего углеобразования
Пермская	I. Каменноугольная	
Верхний и средний карбон	—	Начало образования месторождений углей
Нижний карбон	—	Начало образования месторождений горючих сланцев
Верхнедевонская	—	Неясные следы
Нижнедевонская	—	
Силурийская	—	
Кембрийская	—	

угля на земном шар
зять на табл. 4 и 5.

Системы

Третичная
Меловая
Юрская
Триасовая
Пермская
Верхний и средний карбон
Нижний карбон
Девонская

Устанавливают
ский и лимнический
но чередование пр
слоями известняко

Образование э
тистых берегах, л
колебательных дв
Лимнические у
ских бассейнов и
зами и прослоями
ны. Исходный мат
дающими в озеро

В тех случаях,
растительности, по
ются автохтонными
несенного с места

Те и другие угл
ную растительность
разовать так называ
веществом может сл
ный планктон), пыле

Различают платфо
ных бассейнов. Плат
ются спокойным или
и наличием преимуще
Иркутский бассейны).

сильной дислоцирован
сейнах проявляется не
ные дислокации — над

З. Н. К. Гол

угля на земном шаре (по данным П. И. Степанова) удобно показать на табл. 4 и 5.

Таблица 5

Системы	Запасы угля в <i>т</i>	Общий мировой запас в <i>т</i>
Третичная	4.211.173.000.000	} 7.731.325.629.500
Меловая	26.592.000.000	
Юрская	312.484.000.000	
Триасовая	42.167.000.000	
Пермская	1.307.772.000.000	
Верхний и средний карбон	1.799.746.000.000	
Нижний карбон	32.390.000.000	
Девонская	—	

Устанавливают два типа процессов угленакопления: паралический и лимнический. Для паралического угленакопления характерно чередование прослоев угля и песчано-глинистых пород с прослоями известняков, содержащих морскую фауну.

Образование этого типа углей происходило на низменных болотистых берегах, легко затопляемых морем и осушаемых при частых колебательных движениях земной коры.

Лимнические угленосные отложения слагаются вдали от морских бассейнов и представляют песчано-глинистые осадки с линзами и прослоями угля, выполняющие замкнутые озерные котловины. Исходный материал большей частью приносится реками, впадающими в озера.

В тех случаях, когда угли образуются на месте произрастания растительности, послужившей исходным материалом, они называются *автохтонными*. Если же угли возникли из материала, перенесенного с места его произрастания, их называют *аллохтонными*.

Те и другие угли могут иметь материнским веществом наземную растительность (лесную, болотную, богатую клетчаткой) и образовать так называемые гумусовые угли. Однако материнским веществом может служить и водная флора (водоросли, растительный планктон), пыльца и споры, бедные клетчаткой, но содержащие много жиров, дающие начало *сапропелевым* углям.

Различают платформенный и геосинклинальный типы угленосных бассейнов. Платформенные угольные бассейны характеризуются спокойным или слабоволнистым залеганием угольных толщ и наличием преимущественно углей лимнических (Подмосковный, Иркутский бассейны). Геосинклинальные бассейны отличаются сильной дислоцированностью угленосных отложений. В этих бассейнах проявляется нередко не только складчатость, но и разрывные дислокации — надвиги, горсты и грабены. Такие геосинкли-

нальные бассейны характеризуются паралическими углями (Донецкий бассейн).

Нередко пласты углей обнажаются на дневной поверхности. Обычно обнаженные части пластов разрушены и представляют так называемые «угольные сажки». Иногда при энергичном размыве разрушаются и части пласта, несущие твердый уголь. Обломки угля попадают в аллювий, помогая обнаружить коренной выход угля.

Различным может быть и характер залегания углесодержащих толщ. Угленосные отложения могут быть отделены от подстилающих безугольных пород поверхностью размыва. В большинстве случаев эта поверхность является нижним пределом распространения угленосных толщ и называется базальной поверхностью месторождения или бассейна. Такая базальная поверхность особенно типична для угольных месторождений лимнического типа.

Но столь же часты постепенные переходы угленосных отложений в подстилающие — неугленосные. Это имеет место в угольных бассейнах паралического типа. Установление базальной поверхности в таких случаях весьма затруднительно, и нижним пределом распространения угленосных толщ считается нижняя граница той стратиграфической единицы, которой эти отложения подчинены.

Сверху угленосные отложения могут быть либо полностью, либо частично перекрыты толщами не содержащих угля пород. Иногда встречаются совершенно открытые залежи. При оценке промышленного значения угольных месторождений весьма важно принимать во внимание мощность этих, перекрывающих угольную залежь, неугленосных пород. Наибольшая мощность их, при которой разработка месторождения считается рациональной, не должна превышать 500 м.

Нижний предел мощности самих угольных пластов, пригодных для разработки так называемой рабочей мощности, колеблется в зависимости от условий залегания от 0,26 м (Боровичский район) до 1,20 м (Верхняя Силезия). Весьма различно и количество угольных пластов в разных месторождениях. Так, в Саксонском бассейне всего 4 пласта угля (из них один рабочий), тогда как в Донецком бассейне 200 пластов (рабочих пластов 30—40), в Верхнесилезском — 477 пластов угля, из них рабочих пластов — 141.

Для подсчета запасов угля разработана классификация ископаемых углей с учетом и химического состава и технологического значения, которую мы приводим в главнейших подразделениях:

А — антрациты и некоторые тощие угли. Содержание летучих 3—12%. Теплотворная способность 8000—8600 кал. Состав: С — 90—95%, Н — 2—4,5%, О + N — 3—5,5%.

Б + В — бутуминозные угли (коксовые, кузнечные, газовые, сухие). Содержание летучих 12—40%. Теплотворная способность 6600 + 8900 кал. Состав: С — 70—90%, Н — 4,5—6%, О + N — 5,5—20%.

Г — полубитумин
больше 6%. Тепло
С — 45—75%, Н —
б) Торф. Расте
рах, разлагаются
часть органической
продукты, которые
ся углеродом (за
жившихся органич
гуминовые кислоты
Здесь можно легк
личных растений.



Рис. 1. Схема
Озера зарастают с
растительности: по
камыш, на 3—4 м —
деленной глубине

Вся эта масса
ного материала но
В зависимости
го происхождения,
разновидностей тор
своему составу к са
сланцев — керогену.
Горючие сланцы.
роды, сильно обога
которого являются г
тон (гнилостный ил
почти целиком из ско
керских сланцах ниж
формы, иногда же ко
невелико.
Месторождения го
всех геологических во

Г — полубитуминозные угли, бурые угли, лигниты. Влажность больше 60%. Теплотворная способность 4000—7200 кал. Состав: С — 45—75%, Н — 6—6,8%, O + N — 20—45%.

б) *Торф*. Растительные остатки, скопляющиеся в болотах и озерах, разлагаются при ограниченном доступе кислорода. При этом часть органического вещества, разрушаясь, образует газообразные продукты, которые рассеиваются, оставшаяся же часть обогащается углеродом (за счет разрушения углеводов). В этих полуразложившихся органических остатках содержится целлюлоза, лигнин, гуминовые кислоты, битумы, и другие органические вещества. Здесь можно легко различить листья, стебли и другие части различных растений.

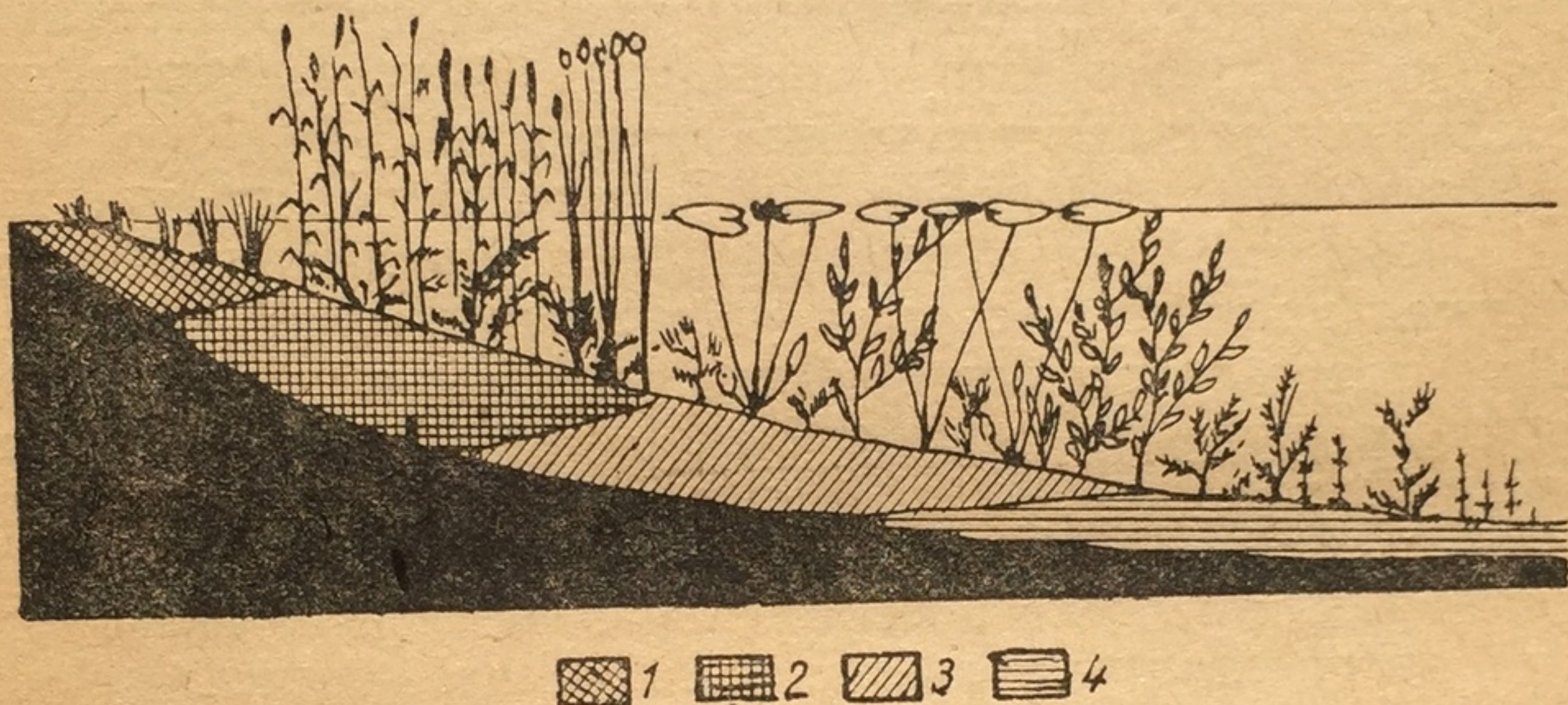


Рис. 1. Схема развития торфяного болота (зарастающее озеро). Озера зарастают строго закономерно по зонам, в соответствии с расположением растительности: по берегам осока, на глубине 1—2 м — тростник-рогоз, на 2—3 м — камыш, на 3—4 м — подводная зона из рдестов и водяных лилий. Каждой зоне на определенной глубине соответствует слой торфа: 1 — осокосый; 2 — тростниково-камышовый; 3 — сапропелевый; 4 — сапропелит.

Вся эта масса измененного процессами разложения растительного материала носит название «торфа» (рис. 1).

В зависимости от количества органического вещества животного происхождения, обогащающего торф битумами, различают ряд разновидностей торфов: от сухого торфа до жирного, близкого по своему составу к сапропелю и к битуминозному веществу горючих сланцев — керогену.

Горючие сланцы. Горючие сланцы представляют глинистые породы, сильно обогащенные органическим веществом, источником которого являются главным образом водоросли и животный планктон (гнилостный ил — сапропель). Иногда горючие сланцы состоят почти целиком из скопления водорослей, как это имеет место в купечерских сланцах нижнего силура на северо-западе Русской платформы, иногда же количество органического вещества в них очень невелико.

Месторождения горючих сланцев встречаются в отложениях всех геологических возрастов, от силура и до третичного периода.

Горючие сланцы нередко содержат остатки разнообразных морских животных (рыб, аммонитов) и мелкие растительные обломки. Слои и прослойки горючих сланцев чередуются со слоями негорючих пород — известняков, мергелей, сланцев.

Указанные признаки свидетельствуют о том, что горючие сланцы отлагаются в спокойных водных бассейнах, в которых идет осаждение мелких илистых частиц и сапропелевого вещества.

Мощность горючих сланцев часто достигает многих десятков метров. Залегание их почти горизонтальное или слабоволнистое. Испытав складчатость, горючие сланцы теряют свои свойства.

Горючие сланцы имеют очень широкое применение в промышленности. Они используются непосредственно в виде твердого топлива, служат сырьем для получения жидкого и газообразного топлива и для химической промышленности. При сухой перегонке горючие сланцы дают нефтеподобные продукты.

в) *Нефть и газ*. Проблема происхождения нефти чрезвычайно сложна и сейчас еще находится в стадии разработки. Пока можно с известным основанием считать установленным, что исходным материалом для образования больших количеств нефти является рассеянное в осадке органическое вещество как растительного, так и животного происхождения (преимущественно остатки низших животных и растений, населяющих морские бассейны).

В начальных стадиях превращения этого органического вещества, вероятно, играют большую роль микроорганизмы и растворяющее действие самой воды, выносящей из осадка растворимые органические соединения.

Оставшиеся после первоначальной переработки бактериями и водой наиболее устойчивые органические соединения и являются, по видимому, нефтематеринскими.

Химические процессы, температурные изменения, большие давления, связанные с погружением осадочных толщ, содержащих эти нефтематеринские вещества, а частично и влияние радиоактивного распада, приводят в конечном итоге к образованию тяжелых углеводородов нефтяного ряда, различные смеси которых образуют разные по своему составу жидкие нефти.

Параллельно с образованием самой нефти идет и процесс образования газов, всегда сопровождающих нефти в больших или меньших количествах. Эти нефти и нефтяные газы мигрируют по бесчисленным порам и трещинам в окружающие толщи горных пород и скопляются в так называемых коллекторах, которыми могут служить пласты сильно пористых пород.

Наиболее часто промышленные залежи связаны с антиклинальными, куполовидными структурами. В продуктивном слое наблюдается такое распределение: в верхней части собирается газ, ниже — нефть и уже под нею — вода. Вода нефтяных месторождений имеет состав, очень близкий к составу морской воды, часто отличающийся лишь большей концентрацией солей.

Нефть может выдавливаться из уплотняющихся отложений и переходить в выше- или нижележащие толщи.

В больших скоплениях нефть может сохраняться в земной коре очень длительное время.

За последние годы промышленные залежи обнаружены в моно-клинально залегающих породах при наличии трансгрессивного перекрытия пористых слоев непроницаемыми. В таких случаях создаются так называемые стратиграфические ловушки.

Промышленная нефть известна уже из силурийских отложений (Северная Америка). Особенно богаты нефтью третичные отложения.

К нефтяным залежам очень часто приурочены месторождения природного горючего газа. Но нередко горючий газ встречается в совершенно самостоятельных, видимо, никак не связанных с нефтью скоплениях. Эти различные по происхождению горючие газы отличаются по химическому составу. Горючие газы, не связанные с нефтью, состоят из метана, тогда как газы, приуроченные к нефтяным месторождениям, содержат более сложные углеводороды (этан, пропан, бутан).

С нефтью связаны месторождения твердых битумов, асфальта и озокерита (горного воска), состоящих из углеводородов парафинового ряда и приуроченных к залежам парафинистых нефтей.

Месторождения озокерита и асфальта в природе довольно редки.

Химические фации

1. Железородно-марганцевые фации, бокситы

Образование осадочных железных руд на протяжении истории Земли происходило неоднократно, но количественное распределение их по различным периодам очень неравномерно.

Наиболее древние осадочные железные руды известны из докембрия (джеспиллиты). Запасы их грандиозны и значительно превышают запасы, образовавшиеся во всю последующую историю Земли. Подсчеты, сделанные для отдельных точек выходов докембрия, дают цифру 3000 млрд. т. Общие же запасы железных руд докембрия намного превышают эти данные.

Следующей эпохой крупного железнакопления является нижний кембрий (до 25 млрд. т).

В силуре отмечают две эпохи рудонакопления: в аренигско-лландейльский и в ландоверский века, давшие вместе около 25 млрд. т запасов.

Девон беден железными рудами (всего несколько сот миллионов тонн). Территориально рудоотложение девонского периода относится к Западной Европе (Северная Испания, Германия). В значительной мере эти руды осадочно-эффузивного происхождения.

В каменноугольном периоде максимальное отложение руд железа связано с верхнекаменноугольными толщами паралических бассейнов. Это прослой или крупные конкреции сидеритов прибрежно-морского, болотного происхождения. Промышленные запасы их составляют около 34 млрд. т. Громадное же количество руд этого возраста не учтено, так как они из-за низкого содержания железа являются непромышленными.

В начале пермского периода местами продолжается рудонакопление верхнекаменноугольного типа. Однако запасы руд здесь ничтожны. К концу перми рудоотложение постепенно затухает и в триасе совершенно прекращается.

Юрский период дает новую крупную вспышку в накоплении осадочных железных руд. Общие запасы юрских железных руд составляют 16—17 млрд. т.

Меловой период, несмотря на очень широкое географическое распространение железных руд, количественно весьма беден ими. Общие запасы меловых железных руд составляют всего около 2 млрд. т.

В кайнозое насчитывается две или три эпохи железорудного накопления. Максимальная из них по времени относится, повидимому, к концу неогена. Запасы железных руд этой эпохи составляют около 30 млрд. т. (рис. 2).

Таким образом, в истории развития земной коры с полной определенностью можно установить чередование железорудных эпох с эпохами слабого проявления железонакпления.

Железные руды на земном шаре размещены не повсеместно, а располагаются поясами, образуя как бы железорудные зоны. Современные осадочные железные руды приурочены к таежно-подзолистой зоне умеренного пояса и к лесной и лесостепной зонам тропиков и субтропиков, т. е. к областям с влажным климатом и с умеренной и повышенной температурой. Такая приуроченность железорудного накопления объясняется тем, что только в условиях влажного климата при умеренных и повышенных температурах происходит свободная миграция и последующая концентрация полуторных окислов железа.

Области с сухим морозным или жарким климатом (пустыни) совершенно не содержат железных руд. Эта закономерность действительна не только для континентальных железных руд, которые в общем количестве руд железа преобладают, но так же она сохраняется и для морских руд, которые в конечном итоге представляют результат отложения железа, вынесенного с суши различными водными потоками.

Не связано с климатическими особенностями только накопление эффузивно-осадочных железных руд: они либо заключены внутри эффузивной толщи, либо образуются в непосредственной близости к ней. По составу это окисные и сульфидные руды (гематит — шамозитосидеритовые, пиритовые руды). По генезису эти руды,

повидимому
породам. Т
синклиналь
бания пос.

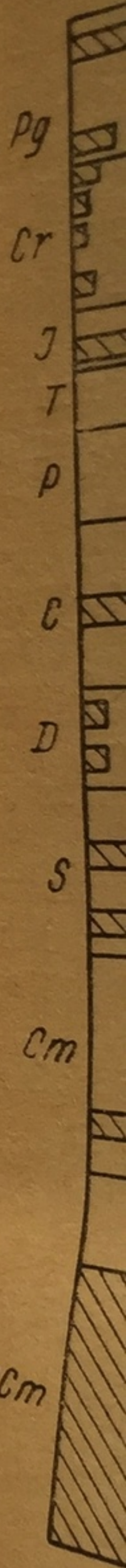


Рис. 2. Ист

внедрение в
благоприятн
рудных мест
Различаю
руды коры в
но-болотные,
руды.

повидимому, следует считать сингенетическими включающим их породам. Территориально они приурочены главным образом к геосинклинальным областям и возникли в эпоху интенсивного прогибания последних, когда по открывающимся трещинам происходило

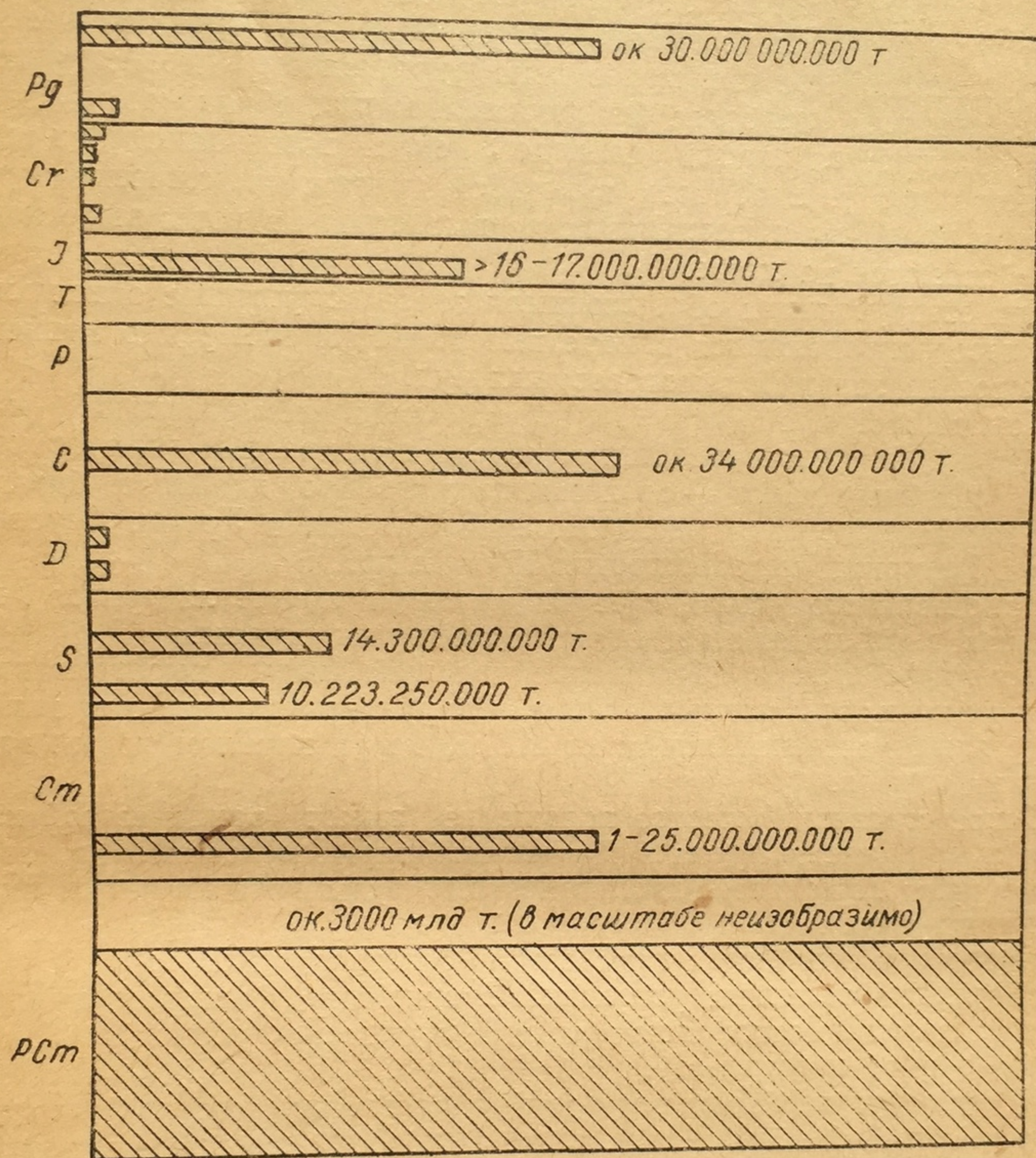


Рис. 2. История накопления осадочных железных руд, по Н. М. Страхову (упрощено).

внедрение в осадочные толщи магматических масс. Внутри зон, благоприятных в климатическом отношении, распределение железорудных месторождений подчиняется геологическим факторам.

Различают четыре основных фациальных типа железных руд: руды коры выветривания и зоны циркуляции подземных вод, озерно-болотные, руды морские, и джеспиллитовые докембрийские руды.

Железные руды коры выветривания представляют сложный комплекс. Это, прежде всего, результат перераспределения железа внутри коры подземными водами, и залегают они собственно в коре выветривания. Таковы, например, латеритные руды.

Изучение современных латеритных руд Индии, Африки, Австралии и других областей земного шара показало, что они всегда приурочены к более или менее ясно выраженному древнему пенеплену. При этом наиболее благоприятным для образования латеритов оказывается низкий пенеплен, едва возвышающийся над уровнем моря, т. е. область, в которой дренаж практически отсутствует и продукты выветривания не выносятся из коры выветривания, а остаются на месте.

При этих условиях образующиеся здесь полуторные окислы железа перераспределяются в коре выветривания и нередко концентрируются до залежей высокосортных руд.

Наибольшее количество обогащенных (лепированных) железных руд сосредоточивается в коре выветривания ультраосновных и основных пород — серпентинитов, габбро, диабазов, базальтов: таковы некоторые месторождения Кавказа и Урала, Фогельсберг в Германии, месторождения Кубы и др.

Из сказанного выше следует, что нахождение латеритов на больших высотах свидетельствует о поднятии страны.

Стратиграфически образование плащей коры выветривания, а следовательно, и заключенных в них руд приходится на конец длительных континентальных периодов, перед началом новых эрозионных циклов.

Такое стратиграфическое положение имеют раннемезозойская кора выветривания Урала и Казахстана, верхнемеловые и палеогеновые руды Аппалачей, доолигоценовые руды коры выветривания Германии и др.

Осадочные железные руды озерно-болотного типа образуются в совершенно отличных условиях. Важнейшим фактором, влияющим на развитие этого типа руд, является геоморфологический характер земной поверхности.

Совершенно необходимым для образования озерно-болотных железных руд оказывается наличие холмистого рельефа, выпуклости которого служат источником питания железом вод бассейнов, располагающихся во впадинах. В крупных озерах железные руды (главным образом бурые железняки) отлагаются в виде полос шириной от 100 до 300 м, на глубинах от 1 до 3—5, реже до 10 м. На глубинах свыше 10 м железо не отлагается.

Болотные руды, наоборот, занимают наиболее глубокие части впадин в рельефе ложа болот.

Железные руды озерно-болотного типа не обнаруживают закономерной связи с литологическим характером субстрата. Среди месторождений озерно-болотных руд железа можно привести ряд примеров тесной связи с субстратом, а именно с выходами основ-

ных и ультраосновных пород, но еще большее число месторождений не имеет никакой прямой зависимости от субстрата.

Совершенно независимыми оказываются озерно-болотные железные руды и от тектонических особенностей субстрата.

Как современные, так и ископаемые железорудные месторождения озерно-болотного типа одинаково развиты и в складчатых, дислоцированных, и в платформенных областях.

Прежде чем перейти к морским рудам, рассмотрим сидеритовые руды паралических угленосных бассейнов, являющихся как бы переходным типом между морскими и озерно-болотными рудами. Эти сидеритовые руды обычно залегают в виде рядов более или менее крупных караваеобразных сидеритовых конкреций, чередующихся с пластами угля и углесодержащих пород. Иногда эти конкреции почти сливаются друг с другом, образуя сплошной пласт. По составу это обычно не чистый сидерит, а в значительной мере загрязненный глинистыми примесями.

Внутри конкреций нередко встречаются остатки фауны, то морской, то пресноводной и остатки растений. Нахождение в разных прослоях морской и пресноводной фауны подтверждает представление о физико-географических условиях отложения паралических угленосных толщ. Последние возникали в обстановке низменных прибрежных равнин, то затоплявшихся морем, то освобождавшихся от него и превращавшихся в болотистую низину, покрываемую пышной, влаголюбивой растительностью.

Сами сидеритовые конкреции не являются результатом непосредственного осаждения, а образуются благодаря миграции и перераспределению железа в процессе диагенеза глинистого осадка.

Собственно морские железные руды чаще всего представлены гематит-шамозитовыми рудами оолитового строения и сидеритами. Обычно они приурочены к песчаным или песчано-глинистым фациям, реже к тонким глинам и известнякам. Нахождение в рудоносных толщах остатков мелководных животных и растений, трещин высыхания, волноприбойных знаков, косой слоистости (типа водных потоков) совершенно определенно говорит о мелководности этих железных руд. Сидериты в виде конкреций залегают то отдельными линзами, то образуют пласты небольшой мощности (10—20 см). Судя по фауне в глинах с сидеритовыми конкрециями, последние образуются на больших глубинах: вторая половина шельфа — начало континентальной ступени.

Так же, как в случае сидеритовых руд паралических угленосных бассейнов, здесь не происходит непосредственного осаждения из морской воды, а образование сидеритовых конкреций идет в результате диагенетических процессов.

Железо в морские бассейны приносят различные водные потоки как крупные, так и мелкие, несущие железо в растворе или в виде тончайшей мути (окислы железа, находящиеся в воде во взвешенном состоянии) с континентов.

Гораздо сложнее обстоит дело с выяснением обстановки отложения древнейших докембрийских джеспиллитовых руд. Они всегда приурочены к толщам осадочных пород, возникшим в эпохи прогибания геосинклиналей. Образование громадных запасов железных руд докембрия можно легко понять, если представить исключительно широкое развитие геосинклинальных, сравнительно мелководных бассейнов с массой островов архипелагового типа. Чрезвычайная изрезанность берегов, небольшие глубины, масса мелких водных потоков, впадавших в эти геосинклинальные бассейны, петрографический состав горных пород, слагающих острова (чрезвычайное изобилие изверженных пород, богатых железом), и иной, отличный от современного, солевой режим докембрийских морей — все это создавало исключительно благоприятные условия для железорудного накопления. Соли железа могли долго находиться в растворенном состоянии и осаждаться затем вдали от берегов.

Остается сказать несколько слов о биогенной теории образования железных руд. Эта идея впервые была высказана в 1836 г. микробиологом Эренбергом. Он обнаружил микроскопическую нитевидную водоросль в ржавых пленках болот и пришел к заключению, что она играет крупную роль в процессах накопления осадочного железа.

Последующие исследователи подтвердили открытие Эренберга и выделили целую группу железобактерий.

Вскоре эта теория получила очень широкое развитие и распространилась не только на руды железа, но также на марганец и другие элементы. Сторонником биогенного происхождения джеспиллитов был и Л. С. Берг.

Несомненно, что роль железобактерий в общем круговороте железа в поверхностных частях земной коры очень велика, но в образовании рудных месторождений совершенно ничтожна.

Микроскопическое изучение железных руд различных типов из разных частей света показало, что, как петрографические особенности и минералогический состав железных руд, так и отсутствие в подавляющем большинстве случаев бактериальных структур, свидетельствует о совершенно незначительном, практически сводящемся к нулю, участии железобактерий в образовании железорудных месторождений.

То, что было сказано об осадочных рудах железа, оказывается в основном применимым и к аналогам их — бокситам, являющимся алюминиевой рудой и к марганцевым рудам. Однако некоторые особенности в пространственном размещении марганцевых руд и бокситов, а также отношение их к литологическому характеру субстрата значительно отличают эти образования от руд железа.

Размещение месторождений бокситов по разным фациальным группам очень неравномерно. Подавляющее большинство месторождений, наиболее значительных в экономическом отношении,

связано с континентальными зонами (элювиальные и озерные руды). Бокситы морского происхождения оказываются весьма второстепенными, причем области отложения их ограничиваются лишь прибрежными частями шельфа. Совершенно неизвестны бокситы в более глубоких частях морских бассейнов, а также бокситы, связанные с паралическими угленосными толщами и эффузивно-осадочные.

Распределение марганцевых руд подобно распределению руд железных, но все же отличается от него. Так, например, марганцевые руды не накапливаются при образовании элювиальных плащей на изверженных, метаморфических и осадочных породах, бедных солями марганца, возникая лишь в тех случаях, когда элювий развился на породах, обогащенных марганцем в результате миграций большей частью в морских условиях.

Таким образом, роль континентальных зон в образовании руд марганца совершенно ничтожна и ограничивается немногочисленными мелкими месторождениями озерно-болотного происхождения. Наоборот, наиболее многочисленны и крупны по запасам марганцевых руд месторождения морские. При этом лишь редкие из них связаны с прибрежными частями моря. Значительное же большинство морских марганцевых руд связано с более глубокими зонами моря: нижней половиной шельфа и началом континентального склона. Весьма часты также эффузивно-осадочные месторождения марганцевых руд.

Все эти различия в размещении железных, марганцевых руд и бокситов связаны с их химическими особенностями.

Чрезвычайно интересно также отношение марганцевых и бокситовых руд к литологическому характеру их субстрата. Особенно резко оно сказывается в размещении руд элювиальных. Так, наиболее богатые и чистые разности бокситов приурочены к породам гранитной и сиенитовой магмы. Встречаются иногда бокситы и в коре выветривания диабазов и базальтов в виде отдельных пятен и линз, но в этих случаях они обязаны своим возникновением вторичному выщелачиванию Fe_2O_3 и перераспределению полоторных окислов действием вод, промывающих элювий.

На метаморфических сланцах бокситы образуются лишь в случае богатства сланцев полевыми шпатами и бедностью железосодержащими минералами.

На осадочных породах бокситы совсем не развиваются.

Марганцевые руды, наоборот, никогда не образуются на магматических породах (исключение представляют гипотермальные образования — жилы) и возникают лишь на осадочных и эффузивно-осадочных породах, а также на метаморфических породах, образовавшихся из первых двух. Причина этого заключается в чрезвычайно малой концентрации марганца в магматических породах.

В связи с различиями химических свойств алюминия, железа и марганца стоит способность их улавливать и концентрировать в

себе совершенно различные дополнительные «малые» элементы. Так, бокситовые руды различных фациальных типов обычно обогащены титаном, составляющим от 3 до 6% руды, а иногда даже до 18%.

Железные руды энергично концентрируют ванадий, мышьяк, фосфор, реже хром, никель, медь и кобальт.

Марганцевые руды обычно содержат барий и кобальт, часто радиоактивные минералы и фосфор. Нередко они вообще ассоциируются с фосфоритами.

2. Фосфоритные фации

Сравнительно недавно в науке господствовала так называемая «биолитная» теория происхождения фосфоритов. Источником фосфора считались остатки организмов, преимущественно планктонных, скопившиеся в громадных количествах в местах массовой гибели, вызванной резкой сменой условий обитания (столкновение разнотемпературных течений, крупные тектонические явления и т. п.). В соответствии с этой прямой связью фосфоритообразования с массовым скоплением органического вещества делались и выводы о приуроченности фосфоритообразования к определенным периодам в развитии Земли и в зависимости от этого направлялись и поиски фосфоритовых месторождений.

Однако исследования последних десятилетий (работы А. В. Казакова 1932—1950 гг.) с большой убедительностью доказали химическое происхождение фосфоритов путем выпадения из морской воды в области материкового шельфа при обстановке донных (глубинных) восходящих течений.

Изучение физико-химической природы фосфоритов показало, что фосфатное вещество всех фосфоритов, как платформенных, так и геосинклинальных, состоит в основном из высокодисперсного фторапатита ($3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2\text{CaF}_2$). Весь CO_2 этих фосфоритов принадлежит высокодисперсному тонко рассеянному кальциту, который вместе с фосфатной частью представляет фосфато-кальцитовый коагель — химический осадок, выпадающий из морской воды.

Морская вода содержит фосфор в растворе в виде соединения P_2O_5 .

Источником фосфора, а также и других важнейших элементов, содержащихся в морской воде и входящих в состав фосфоритов, является принос с континентов речными водами, разложение отмерших морских животных и растений, а также выщелачивание морскими придонными водами донных осадков.

Между содержанием в морской воде растворенного P_2O_5 и CO_2 существует тесная прямая связь, так как именно CO_2 является основным агентом, переводящим в раствор фосфаты и карбонаты кальция.

В толще океанических вод наблюдается известная стратификация по количеству P_2O_5 и CO_2 , содержание которых меняется в вертикальном направлении совершенно согласно.

Содержание P_2O_5 и CO_2 в поверхностных слоях океанических вод (зона фотосинтеза до глубины 50 м) подвержено сезонным колебаниям.

Весной, во время расцвета фитопланктона, P_2O_5 и CO_2 в качестве питательных веществ энергично усваиваются растительными клетками, и содержание их в морской воде резко падает. Осенью и зимой ассимиляция фосфатов планктоном почти прекращается, и содержание его повышается почти до исходного уровня. После отмирания планктонные организмы разлагаются, и отщепляющийся при этом фосфатный ион снова поступает в раствор.

Так как отмершие организмы обычно успевают разложиться не достигнув еще глубины 500, иногда же до 1500 м, то именно эти толщи воды оказываются наиболее богатыми P_2O_5 и CO_2 , которые образуются благодаря процессам окисления, идущим при разложении органического вещества. В тех случаях, когда эти глубинные холодные воды, насыщенные P_2O_5 (до 300—600 мг/м³) и CO_2 , приносятся глубоководными течениями в область материкового шельфа, где значительно меньше гидростатическое давление и более высокая температура, непременно понижается содержание CO_2 в морской воде.

Понижение концентрации CO_2 ведет к нарушению установившегося равновесия, воды становятся пересыщенными по отношению к $CaCO_3$ и $3Ca_3(PO_4)_2 \cdot CaF_2$ и происходит выпадение в осадок фосфато-кальцитового вещества, дающего в процессе диагенеза фосфорит.

Таким образом, из этой химической теории образования фосфоритов вытекает, что последние не могут возникать в зоне фитопланктона, где ассимиляция P_2O_5 растительными организмами препятствует созданию достаточной концентрации его (глубины до 50 м), а также на глубинах свыше 150—200 м, где повышенное содержание CO_2 в морской воде поддерживает P_2O_5 в растворенном состоянии.

Иначе говоря, области возможного фосфоритонакопления ограничиваются глубинами от 50 до 150—200 м, т. е. исключительно средней и нижней частями зоны шельфа (рис. 3).

В свете этой теории становятся понятными особенности пространственного размещения фосфоритов: отсутствие их в континентальных пресноводных и в мелководных замкнутых морских бассейнах, а также в засоленных усыхающих бассейнах.

Ясны теперь и причины отсутствия фосфоритонакопления в прибрежных и в глубоководных фациях и целый ряд других особенностей фосфатных фаций, которые не могли быть объяснены с точки зрения биолитной теории.

Из сказанного выше вытекает, что фосфоритные осадки всегда приурочены к шельфу. Однако приходится различать фосфоритные осадки шельфа платформенных и геосинклинальных бассейнов. Те и другие имеют ряд существенных признаков, отличающих их друг

от друга. Все эти отличия, согласно данным А. В. Казакова, могут быть хорошо показаны в табл. 6.

Среди указанных признаков бросается в глаза отсутствие в геосинклинальных фосфоритных фациях донной фауны. Объяснение этому факту следует искать в особенностях условий обитания в зоне геосинклинального фосфатного шельфа, в частности, в характере субстрата (так как этим областям шельфа свойствен преимуще-

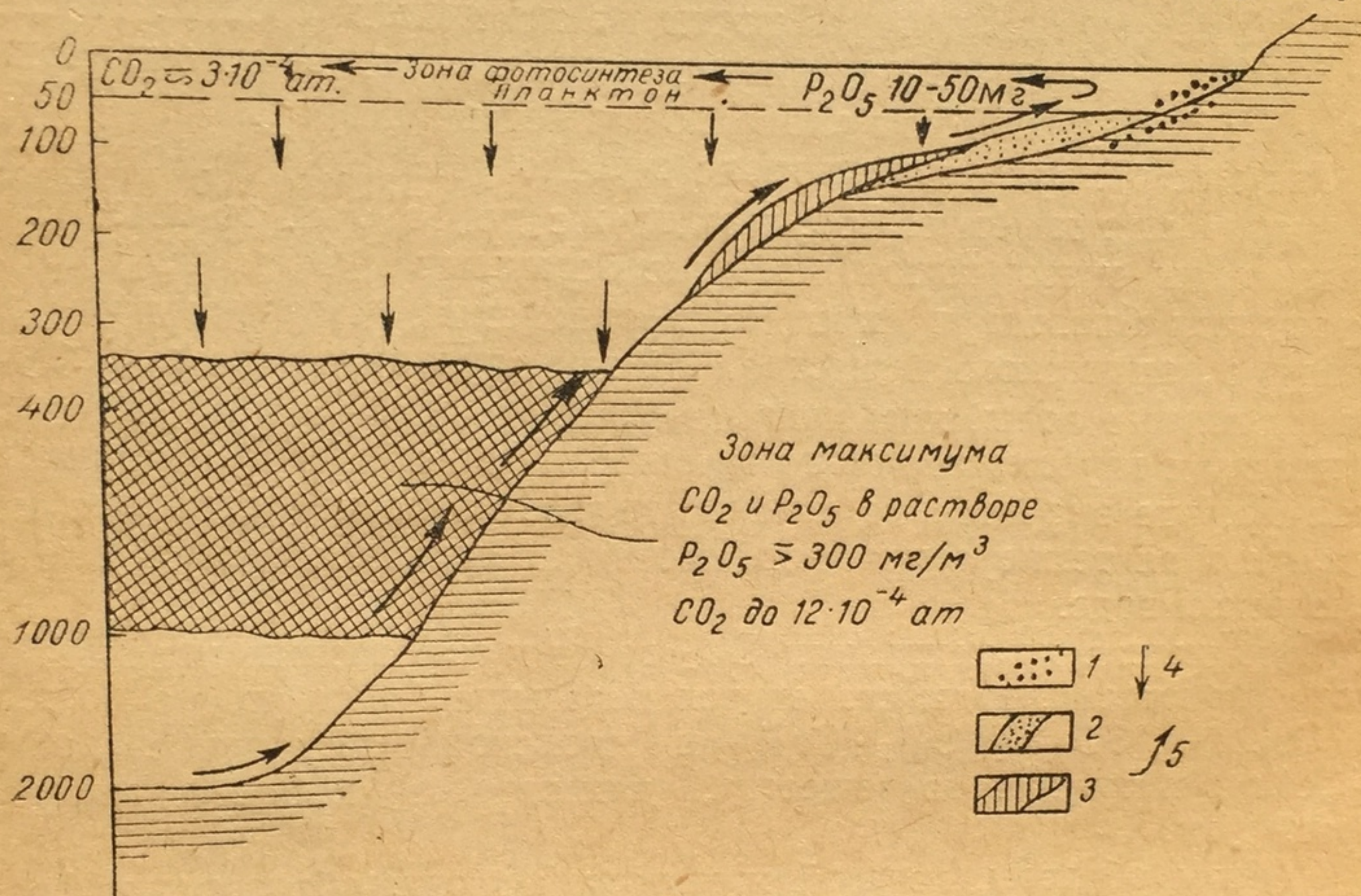


Рис. 3. Схема фосфоритообразования — осаждение фосфатов из морской воды в зоне шельфа в условиях восходящих холодных глубинных течений (по А. В. Казакову).

1 — фация береговых галечников и песков; 2 — фосфоритная фация; 3 — фация известковых осадков; 4 — падение остатков планктона; 5 — направление течений.

ственно прикрепленный бентос) и главным образом в характере газового режима.

Фосфориты, связанные с шельфами платформенных бассейнов, приурочены обычно к песчаным и песчано-глинистым породам. Эти терригенные породы, к которым примешивалось некоторое количество фосфатного геля, представляют субстрат, сравнительно благоприятный для развития жизни.

Фосфориты геосинклинального шельфа, как это видно из приведенной табл. 6, связаны с карбонатными породами химического происхождения, которые вместе с фосфатными осадками представляют гелеобразную массу, совершенно непригодную для расселения прикрепленного бентоса.

Вторым весьма важным фактором, влияющим на жизнь водных животных, является газовый режим моря. Как уже говорилось, образование фосфоритов происходит в местах проникновения в об-

ласть материкового шельфа глубинных холодных течений с очень повышенной концентрацией CO_2 . Воды, обогащенные CO_2 , весьма неблагоприятны для жизни животных, поэтому естественно фосфориты геосинклинального шельфа оказываются лишенными фауны. Что же касается фосфоритов платформенного типа, то встречающийся среди них прикрепленный бентос мало чувствителен к изменению содержания CO_2 и легко переносит повышенные концентрации его.

Таблица 6

Геосинклинальные	Платформенные
<p>Длительность и непрерывность циклов осадконакопления</p> <p>Большая мощность осадков и меньшая выдержанность фаций (их изменчивость на более коротких расстояниях)</p> <p>Приуроченность к карбонатным свитам. Резко выраженный хемогенный фон седиментации (кальцит, фосфат, кремневые прослои). Терригенный компонент в осадконакоплении имеет совершенно подчиненный характер</p> <p>Текстура фосфоритных слоев обычно пластовая, однородноплитняковая, тонкослоистая</p> <p>Обычно узкий шельф</p> <p>Характерно для фосфоритных слоев обычно полное отсутствие донной фауны</p> <p>Отсутствие глауконита и темный цвет пород всей фосфатной фации</p> <p>Меньшее содержание органического вещества (0,05—0,1% С) как следствие слабо развитого терригенного сноса</p>	<p>Более короткие осадочные циклы, неустойчивость береговой линии, частые перерывы и смены трансгрессий и регрессий</p> <p>Обратная характеристика</p> <p>Обычно обратные соотношения</p> <p>Обычно желваковый, галечный габитус; реже плитняк, большей частью текстурно неоднородный</p> <p>Обычно обратная картина—большая ширина шельфа, связанная с мелководностью этого типа бассейнов и вытекающее отсюда рассеяние фосфата в толще терригенных осадков</p> <p>Обычно присутствие хорошо развитого бентоса</p> <p>Обычно обратные соотношения</p> <p>Содержание органического вещества большей частью 0,3—0,5% С</p>

Нерастворимый осадок, получающийся при растворении фосфоритов, всегда точно соответствует вмещающей фосфорит породе, осаждавшейся одновременно с выпадением фосфатного геля.

Очень часто, особенно в фосфоритах платформенного типа, присутствует глауконит, образующийся в условиях, близких к условиям отложения фосфоритов. Однако границы распространения глауконита значительно шире, чем для фосфорита. Глауконит заходит и в более глубоководные и в прибрежные фации.

Из рассмотренных положений вытекает, что время формирования фосфоритных месторождений не отвечает каким-либо опреде-

ленным моментам в истории развития земной коры, а соответствует целому ряду последовательных геологических этапов, во время которых слагались необходимые для этого процесса условия.

Изучение многочисленных фосфоритных месторождений совершенно отчетливо показывает на приуроченность последних к областям тектонических депрессий (синеклиз), заполнявшихся водами океанических бассейнов, из которых поступали все новые и новые запасы мобильных фосфатов. Попадая в области мелководья по периферическим частям синеклиз, эти фосфаты выпадали в осадок, образуя месторождения фосфоритов.

В этом смысле образование фосфоритов имеет связь с тектоническими явлениями и с трансгрессиями, так как возникновение депрессий непременно влечет за собой трансгрессии моря, а следовательно, появление течений, направленных из океанических бассейнов в мелководные трансгрессионные моря.

3. Соленосные фации

Отложения гипса, каменной соли и других солей идет в бассейнах с повышенной концентрацией солей — в горько-соленых лагунах. Рассматривая вопрос о происхождении соляных залежей, Оксениус пришел к выводу, что источником образования ископаемых солей во всех случаях является морская вода. Но осаждение их происходит не в открытом море, а в бухтах или заливах, которые оказываются почти полностью изолированными от моря песчаной косой или плотиной (баром). Однако одного этого условия еще недостаточно.

Необходимо, чтобы при сохраняющемся незначительном поступлении морской воды в обособленный участок моря, совершенно отсутствовал приток пресной воды с суши. Таким образом, должны создаваться условия, при которых испарение будет превышать приток воды.

Благодаря этому концентрация растворенных солей постепенно повышается, и, когда она достигает некоторого предела, начинается осаждение солей. Эта теория Оксениуса получила название «теории баров».

Садка солей следует обычно в определенном порядке. Раньше всего осаждаются углекислый кальций, затем гипсы, каменная соль (NaCl) и в последнюю очередь наиболее легко растворимые калийные соли. Порядок отложения солей может быть нарушен при уменьшении концентрации солей в связи с привнесением большого количества пресной воды. В таких случаях в толще солей нередко встречаются прослойки пород, сложенных обломочным материалом.

Заменяя карбонат кальция или одновременно с ним, может отлагаться карбонат магния, образуя в последнем случае толщи доломитов.

Соле
Это связ
существо
Изредка
организм
ных вод
либо наз
зовывающ
ваемых с
Однак
ского бас
нижениях
тате прои
паривани
солей и п
ний може
с отложен
странения
Илецкой з
в СССР,
яруса пер
Благод
способност
мых солей
называют,
крывающих
манных ма
изгибаются
образуя ди
соляная тек
вательными
Иногда к
дения нефти.
Хотя орган
ловиях существ
высокой концен
органических о
При примен
и глин, из котор
непроницаемой п
начального проце
4. Карбон
До сих пор не
известны в обще
4 Н. К. Гери

Соленосные толщи совершенно лишены остатков организмов. Это связано с тем, что повышенная соленость не дает возможности существования как животным, так и растительным организмам. Изредка в соленосных отложениях могут быть встречены остатки организмов, связанные со случайным проникновением массы пресных вод с суши. Но это будут всегда остатки либо пресноводных, либо наземных животных и растений. Отложения солей могут образовываться не только в горько-соленых лагунах, но и в так называемых соляных озерах.

Однако эти соляные озера, даже значительно удаленные от морского бассейна, оказываются реликтовыми, сохранившимися в понижениях рельефа, участками моря, которое отступило в результате происшедших здесь тектонических движений. Постепенное выпаривание воды в этих озерах создает высокую концентрацию солей и приводит к их выпадению. Мощность соленосных отложений может достигать многих сотен метров. Залежи солей связаны с отложениями всех систем, но исключительно большого распространения достигают в пермском периоде. Громадные запасы солей Илецкой защиты, Соликамска и целого ряда других месторождений в СССР, в Европе и в США связаны с отложениями кунгурского яруса пермской системы.

Благодаря свойству соли делаться пластичной и даже получать способность к истечению под большим давлением, залежи ископаемых солей часто образуют штоки куполовидной формы, или, как их называют, «соляные купола», резко изменяющие положение перекрывающих их осадочных пород. Вследствие перемещения громадных масс соли кверху лежащие выше слои осадочных пород изгибаются в складки и нередко прорываются соляным столбом, образуя диапировые структуры. Особенно резко проявляется такая соляная тектоника в областях, затронутых слабыми складкообразовательными движениями.

Иногда к соляным залежам могут быть приурочены месторождения нефти.

Хотя органической связи между солями и нефтью нет, но в условиях существования лагун, мелководных заливов с не слишком высокой концентрацией солей могло скопиться большое количество органических остатков, преимущественно планктона.

При примешивании к этой массе органического вещества песков и глин, из которых первые играли роль коллекторов, а вторые — непроницаемой крышки, создавались необходимые условия для начального процесса превращения органического вещества в нефть.

4. Карбонатные фации (химические известняки)

До сих пор не установлено, какое место занимают химические известняки в общем количестве известняков в осадочной толще

земной коры. Тем не менее процесс образования известняков химическим путем идет в современных морских бассейнах, шел, очевидно, и в прошлые геологические времена. Морская вода сильно насыщена углекислым кальцием, особенно в теплых морях, и достаточно резкого изменения температуры или количества углекислоты, растворенной в воде, чтобы началось осаждение извести. Созданные таким путем известняки могут иметь весьма большие мощности.

Образование химических известняков идет также и на суше, из вод карбонатных источников. При этом осаждается рыхлый известковый осадок, который, отвердевая, превращается в известковый туф, называемый иногда травертино. Среди химических известняков нередки оолитовые разности их.

Вулканогенные фации

Огромные количества рыхлых продуктов, выбрасываемые как при наземных, так и при подводных извержениях, нередко смешиваются с нормальными обломочными отложениями моря и образуют так называемые вулканогенные фации.

Среди них можно выделить две главные группы: *туфы* и *туффиты*, отличающиеся друг от друга количественным соотношением вулканических продуктов и морского осадочного материала. В первую группу входят породы, в которых преобладающим является вулканический материал. Туффитами называют породы с преобладанием морского обломочного материала. В туффитах нередко можно встретить морскую фауну. Характер залегания этих образований зависит от типа вулканизма. Если образование вулканогенных фаций связано с трещинными излияниями, то они располагаются в виде полос, вытянутых параллельно трещинам, если же вулканизм центрального типа, то вулканогенные фации располагаются в виде концентрических колец, вокруг центра извержения.

Упражнения

По данным штуфам определите тип фаций и спишите условия образования их:

- 1) коралловый известняк;
- 2) песчаник косослоистый, красной окраски;
- 3) известняк с остатками морских лилий и мшанок;
- 4) конгломерат;
- 5) глинистый сланец с раковинами мелких тонкостенных пелеципод;
- 6) глинистый известняк с многочисленными ядрами мелких однообразных пелеципод;
- 7) глинистый, углистый сланец с отпечатками папоротников;
- 8) фузулиновый известняк;

- 9) мел песчанистый с обломками раковин *Inoceramus*;
- 10) известняк с раковинами *Productus*;
- 11) грубозернистый песчаник с раковинным детритусом;
- 12) нуммулитовый известняк;
- 13) туфосланец с ядрами мелких пелеципод;
- 14) диатомит;
- 15) торф;
- 16) каменная соль;
- 17) красная песчанистая глина с прослойками гипса;
- 18) конгломерат из гальки фосфорита;
- 19) известняк с раковинами брюхоногого моллюска *Planorbis*;
- 20) известняк, проточенный сверлящими моллюсками *Pholas*.

Изучение изменения фаций в вертикальном направлении позволяет судить об изменении условий отложения осадков во времени, т. е. дает возможность восстановить динамику участка земной коры в исследуемой местности.

Наиболее удобно и наглядно можно показать те изменения, которые происходили в данном районе с помощью построения так называемой динамической кривой или кривой смены фаций.

Делается это следующим образом: строится график, в котором по горизонтальной оси откладывается геологическое время. При этом ширина графа берется в соответствии с длительностью периодов, выраженной в миллионах лет и взятой в каком-либо масштабе. По вертикальной оси откладываются в метрах глубины, соответствующие глубинам образования различных фаций (например фация конгломератов от 0 до 10 м, песков от 10—40 м, глин от 40 м и глубже). Получающиеся при этом точки последовательно соединяются друг с другом, образуя кривую. Эта кривая выражает те колебательные движения, которые испытывало дно бассейна в течение того или иного отрезка времени. Перерывы в отложении показываются разрывом кривой у линии, соответствующей уровню моря (нулевая глубина). Разрыв некоторых толщ при этом изображается пунктирной линией. Наличие интрузий, сбросов и складчатых дислокаций может быть показано условными обозначениями, помещаемыми над нулевой линией в месте, соответствующем моменту их образования.

Если принять условно, что малые мощности отлагались в результате более быстрых, а большие мощности в результате медленных движений, то крутизна наклона кривой выразит скорость движений.

Поясним все это на конкретном примере (рис. 4).

Предлагаемый разрез представляет две разновозрастных толщи: нижняя — нижнесилурийская, верхняя — среднедевонская.

В основании нижнего силура лежит мощная пачка глин с глубоководной фауной, свидетельствующая о длительном существовании сравнительно глубоководного бассейна. Кверху глины сменяются песками приблизительно такой же мощности, что указывает на

медленно идущее обмеление бассейна. Пески в свою очередь сменяются брахиоподовыми известняками и грубозернистыми песчаниками, поверхность которых размыта, характеризуя таким образом продолжающееся обмеление бассейна, приводящее в конце концов к континентальному перерыву.

Соответствующим образом наша кривая, начавшись на уровне глубин неритовой зоны (100—200 м), полого и довольно равномерно поднимется до линии нулевых глубин (уровень моря) и оборвется у соседней вертикальной графы, соответствующей верхнему силуру.

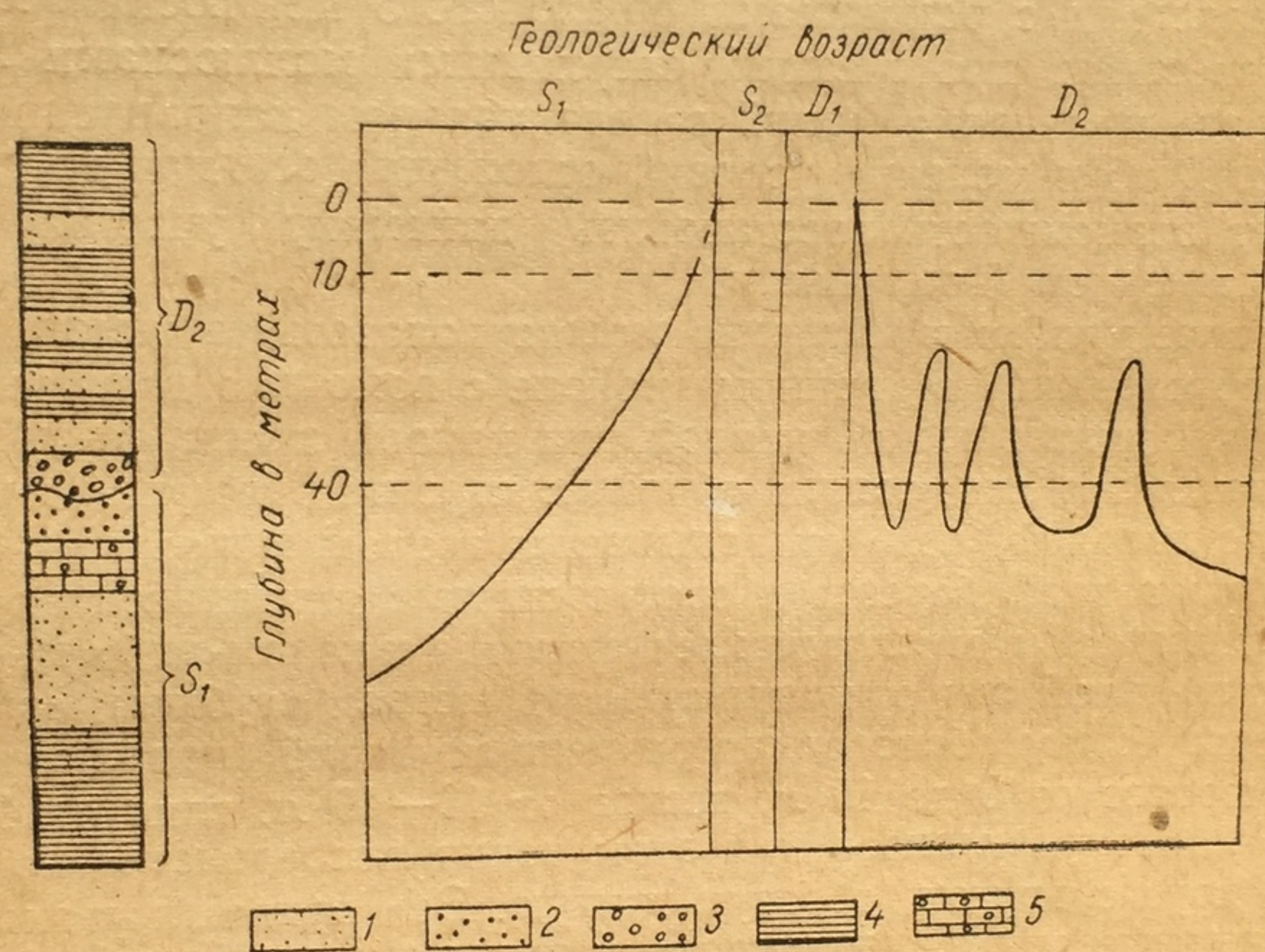


Рис. 4. Пример построения динамической кривой по стратиграфическому разрезу.

1 — пески; 2 — грубозернистые песчаники; 3 — конгломераты; 4 — глины и глинистые сланцы; 5 — брахиоподовые известняки.

Отсутствие в разрезе верхнего силура и нижнего девона указывает на длительный континентальный перерыв, во время которого либо не происходило отложения осадков, либо образовавшиеся осадки были уничтожены, поэтому графы S_2 и D_1 остаются пустыми.

Толща среднего девона начинается конгломератами, за которыми идет чередование песков и песчаных глин. Кривая среднего девона начинается от нулевой линии и направляется книзу до глубины около 40 м, где фация песков сменяется фацией глин.

Отложение песчаных глин, повидимому, происходит на глубине, несколько превышающей 40 м. Малая мощность прослоя глин указывает на кратковременность этого погружения и переход снова к накоплению песков. Многократное чередование глин и песков говорит о небольших колебательных движениях, испытываемых данным участком земной коры в среднем девоне.

Кривая, выражая эти колебательные движения, сделает несколько изгибов, то опускаясь ниже глубины 40 м, то поднимаясь несколько выше ее. Присутствие в осадках тех или иных органических остатков дает дополнительные данные для суждения об условиях седиментации.

Изложенный ход рассуждений действителен для морских бассейнов с нормальным профилем дна; у крутых берегов, в лагунах и рифах он нарушается.

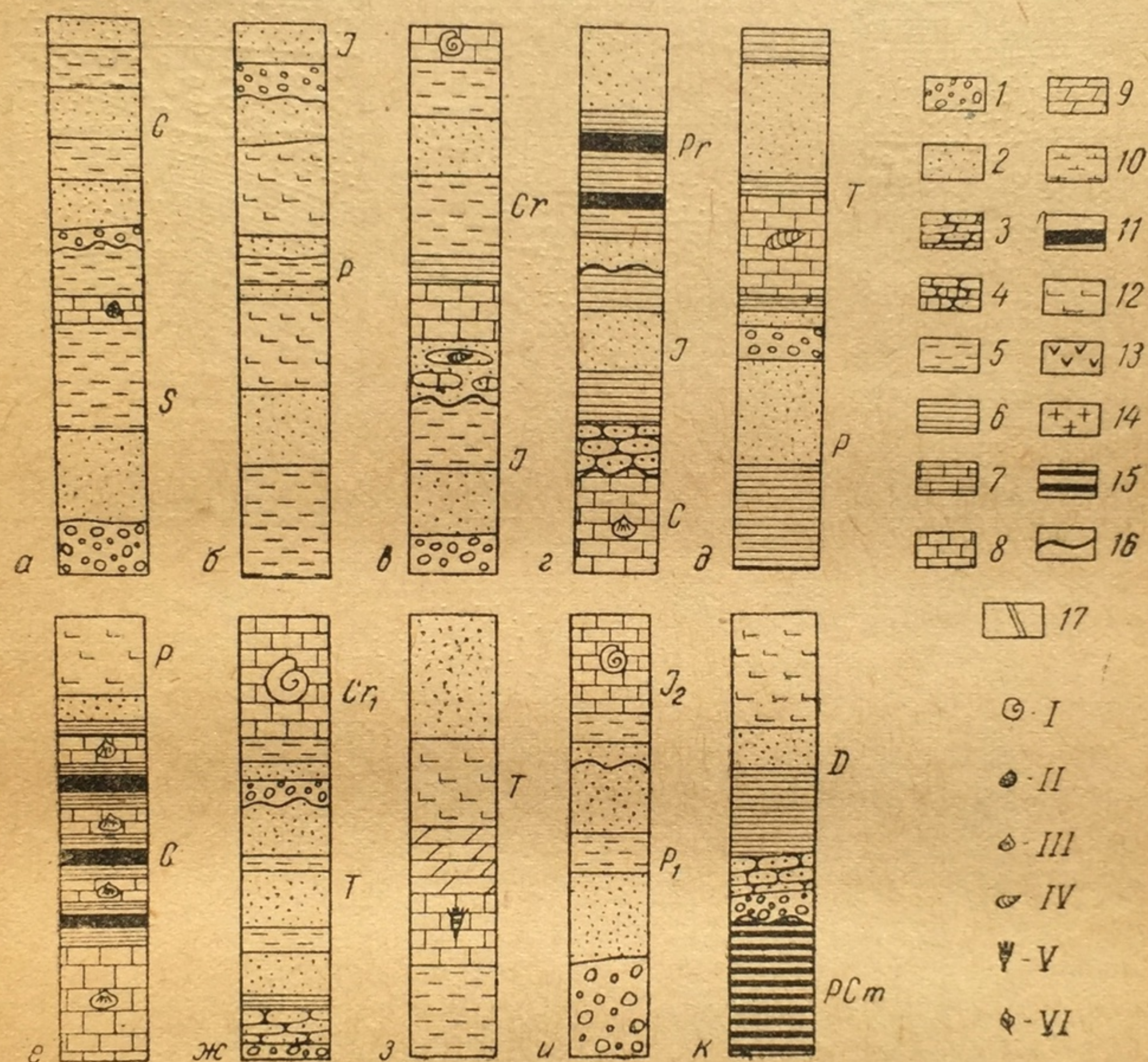


Рис. 5. Схемы распределения горных пород для решения задач № 1 и 2.

1 — конгломерат; 2 — песок; 3 — песчаник; 4 — песчаник с линзами известняка; 5 — глина; 6 — глинистый сланец; 7 — мергель; 8 — известняк; 9 — доломит; 10 — рифовый известняк; 11 — каменный уголь; 12 — соль и гипс; 13 — основные интрузии; 14 — кислые интрузии; 15 — метаморфические породы; 16 — линия размыва; 17 — сброс.

Условные обозначения для органогенных известняков, I — цефалоподовый; II — эхиносферитовый; III — брахиоподовый; IV — пелециподовый; V — криноидный; VI — наземная флора.

Понятно, что кривая, построенная таким образом, весьма условна и дает лишь общее представление о смене фаций, являющейся результатом динамики земной коры.

Составление точных динамических кривых для фактических разрезов должно быть основано на детальном изучении фаций, их петрографического состава, гранулометрии, фауны, с учетом особенностей рельефа морского дна и условий отложения осадков.

Задача 1. Дан разрез. Составьте по нему динамическую кривую (рис. 5, а, б, в, г, д).

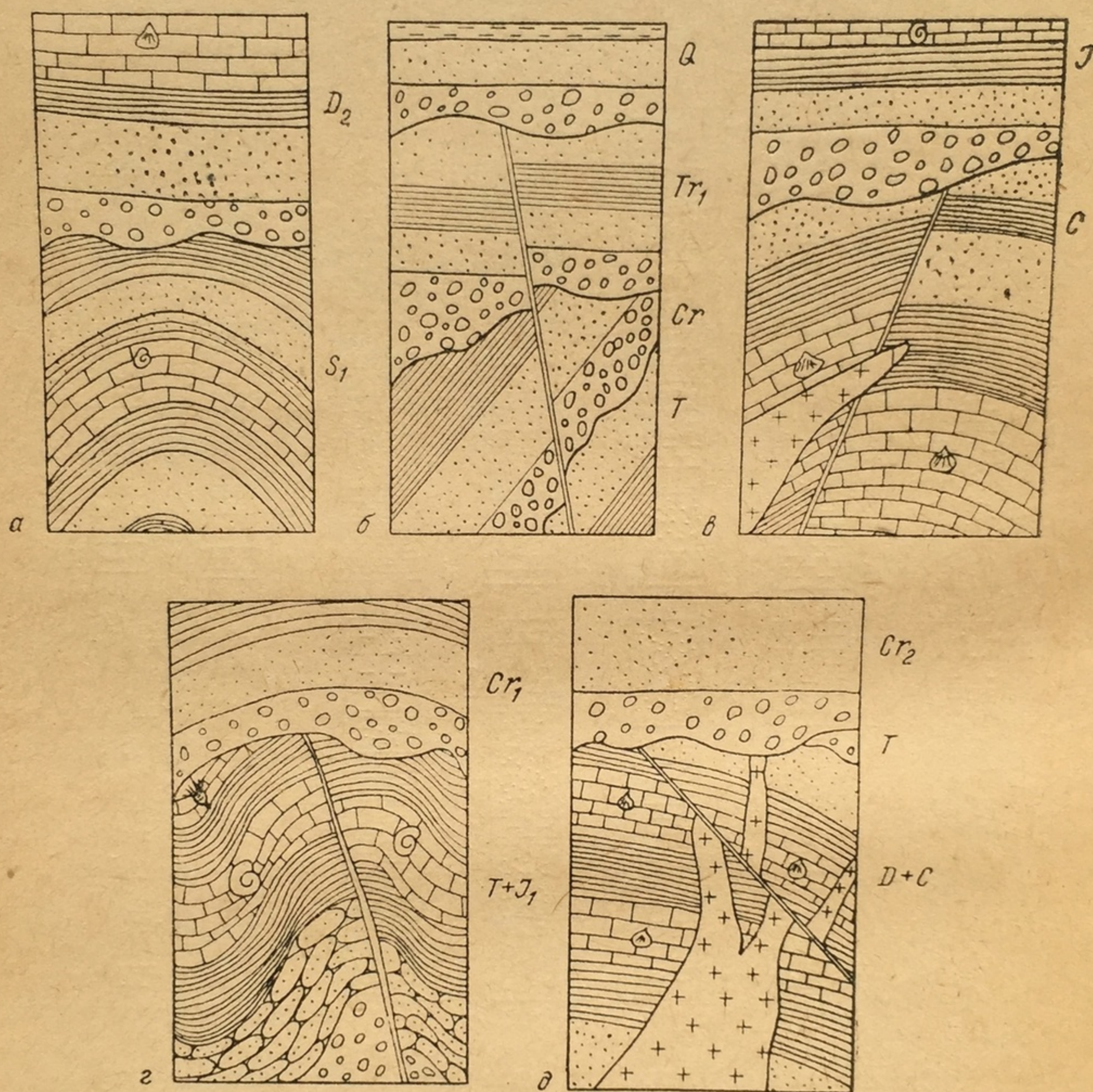


Рис. 6. Схемы распределения горных пород для решения задачи № 3.

Задача 2. По данному разрезу составить динамическую кривую и дать по возможности полное описание смены фаций (рис. 5, е, ж, з, и, к).

Задача 3. По данному разрезу составить динамическую кривую и дать краткую геологическую историю района, определив последовательность событий (рис. 6, а, б, в, г, д).

Исследуя смену разновозрастных фаций в горизонтальном направлении, можно установить положение береговой линии бассейна, в котором они были отложены, для любого момента истории Земли можно восстановить контуры исчезнувших морей и континентов, или, как говорят, восстановить палеогеографию.

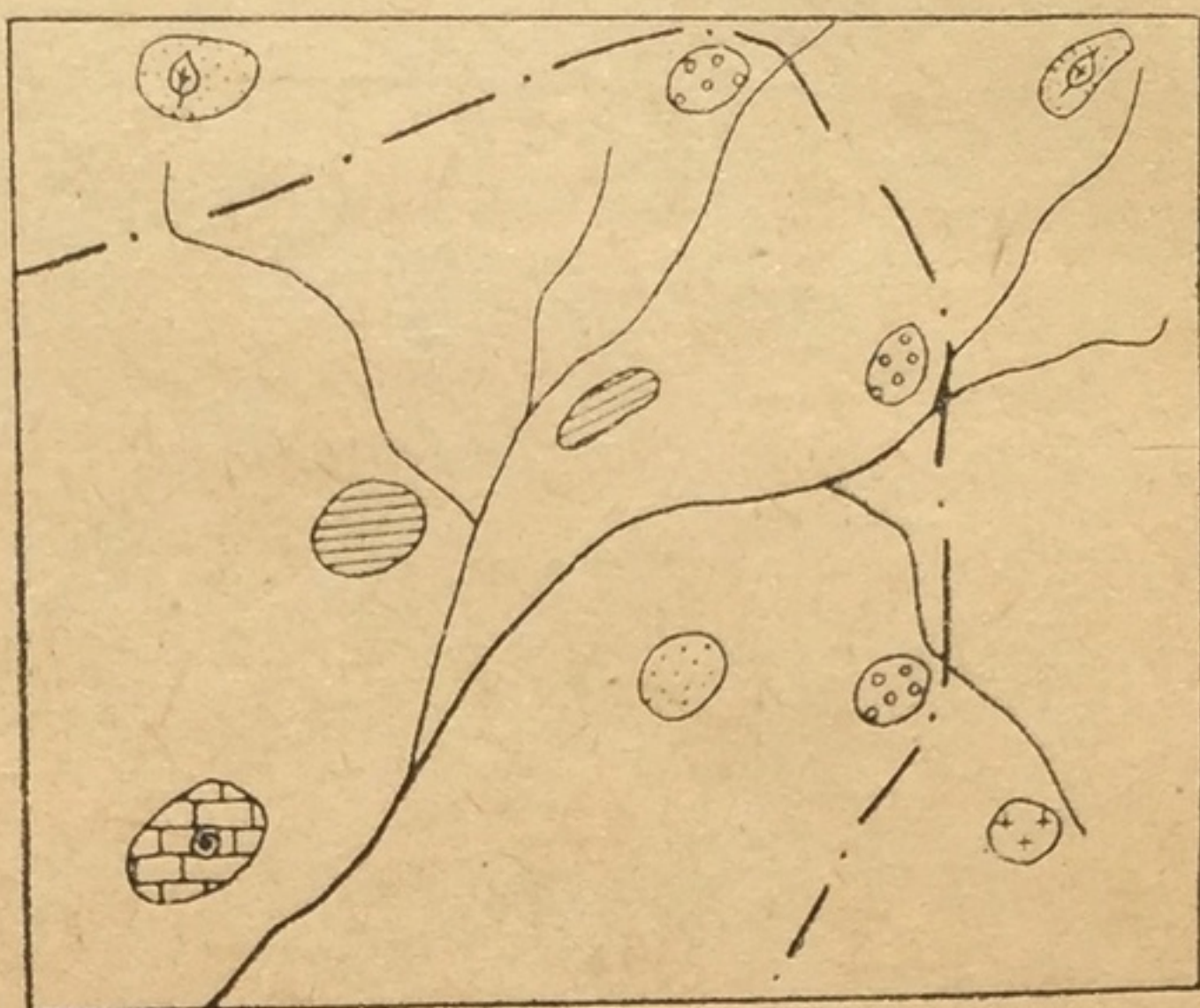


Рис. 7. Пример установления береговой линии бассейна по обнажениям разновозрастных горных пород.

Имея целый ряд естественных выходов на поверхность различных фаций одного и того же возраста и зная условия образования этих фаций, можно установить, на каких глубинах и в каком водном бассейне или на суше они образовались. С помощью некоторой интерполяции удастся нанести с достаточной долей вероятности очертания бывшего когда-то в данном участке бассейна или континента, найти области одинаковых глубин, а по большей или меньшей сближенности различных фаций судить о большей или меньшей крутизне склонов (рис. 7).

Для самостоятельного решения предлагаются следующие задачи:

Задача 4. В бассейне какой-либо современной реки обнажаются выходы каменноугольных пород, представленных различными фациями. Пользуясь легендой, проведите возможный контур береговой линии каменноугольного бассейна, отложившего эти осадки (рис. 8, а).

Задача 5. Дана схематическая карта выходов пород верхней юры. Пользуясь легендой, предлагается восстановить древнюю береговую линию водоема, в котором отложились эти осадки (рис. 8, б).

Задача 6. Дана схематическая карта выходов пород нижнего мела. Пользуясь легендой, предлагается восстановить береговую линию нижнемелового бассейна, отложившего эти осадки (рис. 8, в).

Задача 7. В бассейне современных рек обнажаются выходы палеогеновых пород. Пользуясь легендой, проведите контур береговой линии бассейна, отложившего эти породы (рис. 8, г).

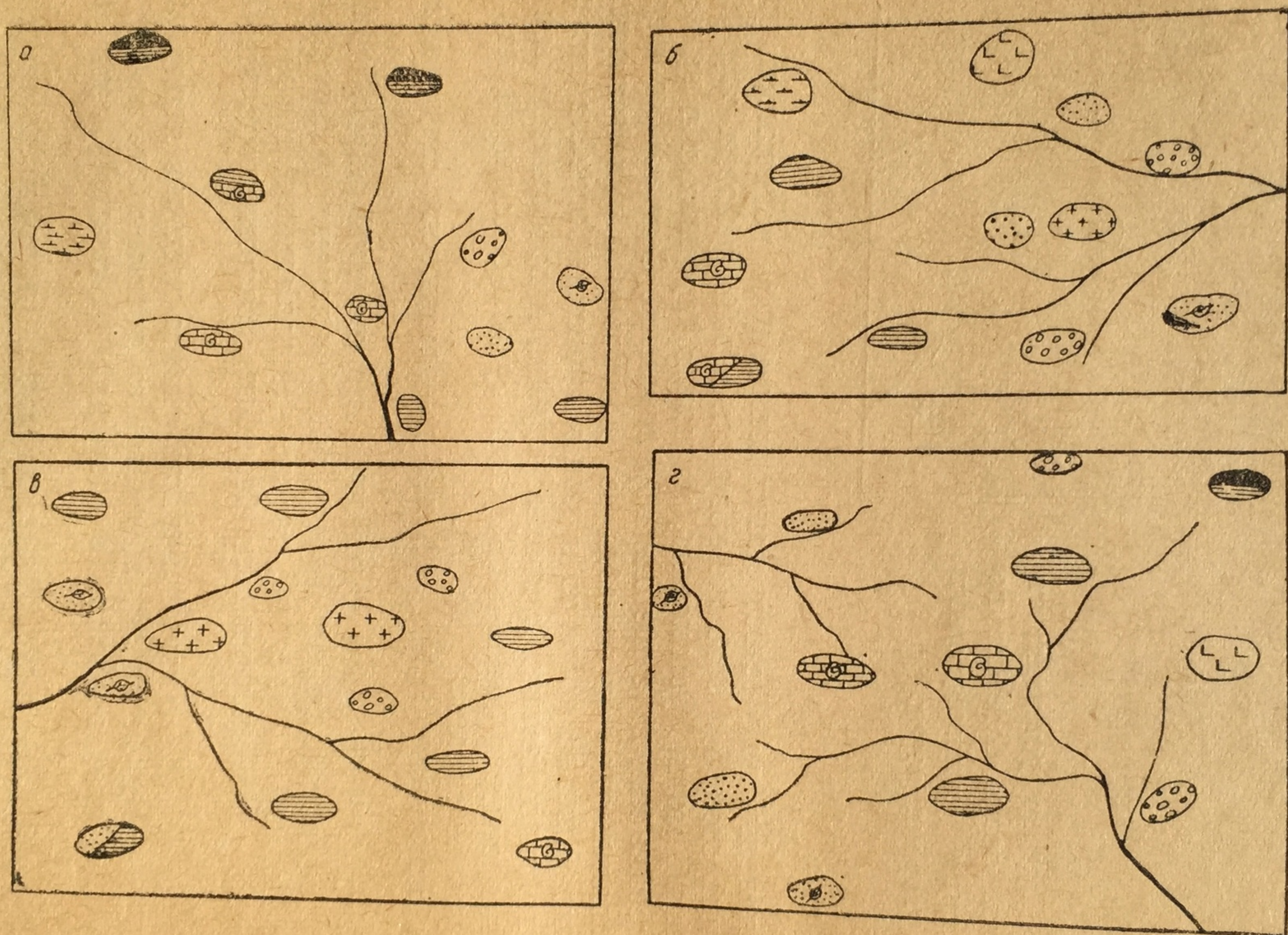


Рис. 8. Схемы распределения горных пород для решения задач
№ 4, 5, 6 и 7.

М
В
В
Ш
В
И
—
Р
А
с
в
и
д
6
П
пр
и
пл
мо
вер
ча
мом

Глава II

СТРАТИГРАФИЯ

А. Докембрий и палеозой

1. Докембрий

а) *Расчленение* докембрийских толщ весьма трудно, особенно много условности допускается при синхронизации докембрия в удаленных друг от друга местах. Вследствие этого до сих пор в стратиграфии докембрия господствуют местные схемы. Важнейшие из них для СССР и Канады и наиболее общепринятые приведены в табл. 7.

Таблица 7

Индексы	Балтийский щит	Канадский щит	Азовско-Подольский щит
Prz {	Истний Карелий	Кьюиноу Гуронская свита	Овручская свита Саксаганская свита
Ar {	Свионий (Беломорская свита)	Лаврентьевская свита	Тетерево-Бугская свита Днепровская свита

б) *Органический мир*. В архее не найдено никаких признаков, свидетельствующих о существовании жизни в то время.

Первые косвенные указания на развитие жизни известны из протерозойских отложений, в которых найдены залежи шунгита и пластового графита. Исходным материалом для этих пород могли, очевидно, быть лишь какие-то растительные остатки, вероятнее всего низшие водоросли.

Частые в протерозое известняки и мраморы также, по видимому, в какой-то мере являются биогенными (бактериальными).

В верхних слоях протерозоя, там, где осадочные горные породы не метаморфизованы, удается находить толщи водорослевых известняков (водоросль *Newlandia* и др.). Очень редки, но все же известны, находки плохо сохранившихся отпечатков и ядер примитивных пластинчатожаберных, брахиопод, ракообразных, спикул губок, радиолярий и ходов червей. Большинство животных протерозоя, вероятно, совсем не имело скелета и не сохранилось в ископаемом состоянии.

Отсутствие органических остатков в архее и в большей части протерозоя, редкая встречаемость и плохая сохранность ископаемых организмов в верхних частях протерозоя делают палеонтологический метод неприменимым для расчленения этих древнейших комплексов пород.

Изучение докембрия в областях щитов показало, что он сложен не одними лишь изверженными, но в значительной мере метаморфическими породами, исходным материалом для которых явились, с одной стороны, изверженные, а с другой, осадочные горные породы. Это открытие позволило применить для стратиграфии докембрия ряд других методов, имеющих в распоряжении геолога. Такими методами являются: 1) *петрографический метод*, позволяющий установить последовательность и соотношение различных магматических толщ и с помощью микроскопического исследования и минералогического и химического анализов определить вещественный состав и структуры пород; 2) *тектонический метод*, дающий возможность изучить особенности залегания пород, установить фазы тектогенеза и направление тектонических движений, перерывы в отложениях и фазы денудации; 3) *метод геоморфологический*, позволяющий, благодаря различной денудационной стойкости пород и неравномерной препарировке их, установить направление древней складчатости и другие структурные особенности.

2. Кембрий

а) *Расчленение кембрия* не однозначно для разных частей земного шара. Мы приводим наиболее теперь распространенное расчленение (табл. 8).

Таблица 8

Индексы	Название отделов	Руководящие ископаемые	
		североатлантической зоопровинции	тихоокеанской зоопровинции
<i>Ст₃</i> . .	Потсдамский	<i>Olenus</i>	<i>Dicellosephalus</i>
<i>Ст₂</i> . .	Акадийский	<i>Paradoxides</i>	<i>Olenoides</i>
<i>Ст₁</i> . .	Георгийский	<i>Olenellus</i>	<i>Olenellus</i>

б) *Органический мир*. Многочисленный и разнообразный органический мир кембрия безусловно свидетельствует о том, что ему предшествовала длительная эволюция в протерозойское и в архейское времена.

Флора кембрия состоит почти исключительно из простейших водорослей: повидимому, синезеленых, отлагавших в процессе жизнедеятельности известь и являвшихся рифостроящими (*Collenia*). До сих пор полагали, что наземной флоры в кембрии не было. Лишь в недавнее время в кембрийских отложениях найдены споры и обрывки кутикулы наземных растений, возможно относящихся к группе псилофитов (находка Наумовой в 1946 г.).

В комплексе кембрийской фауны уже встречаются представители почти всех типов беспозвоночных. Однако все это наиболее примитивные формы. Удельный вес отдельных групп беспозвоночных в общем составе фауны весьма неодинаков.

Главнейшую роль, как по количеству родов и видов, так и по своему стратиграфическому значению, играют трилобиты, которые являются наиболее высокоорганизованными формами этого периода. Они составляют около 60% всей фауны кембрия. Второе место занимают брахиоподы — около 30% — и, наконец, археоциаты, широко распространенные по всему земному шару и потому имеющие исключительное значение как руководящие ископаемые. Все остальные типы играют весьма незначительную роль.

Необходимо отметить, что органический мир кембрия, сравнительно с протерозоем, является достаточно разнообразным и богатым.

Рассмотрим кембрийскую фауну по типам, в систематическом порядке.

Простейшие. Здесь простейшие представлены мелкими планктонными фораминиферами и редкими радиоляриями. Стратиграфического значения пока не имеют.

Губки. В кембрийских отложениях известны только разрозненные спикеры кремневых губок (*Silicispongia*). К губкам же в настоящее время причисляют и археоциат (*Archaeocyathinae*). Хотя в строении скелета археоциат есть некоторые черты, сближающие их с кораллами, тем не менее их принято относить к губкам, так как в недавнее время установлено, что скелет их состоит из многочисленных, спаянных друг с другом спикер, как у губок. Археоциаты могут иметь различную форму: от высокой бокаловидной до плоской блюдцеобразной. Среди них есть одиночные и колониальные формы, часто участвующие в образовании рифовых известняков. Встречаются иногда экземпляры, достигающие одного метра высоты. Распространены преимущественно в нижнем и среднем кембрии.

Кишечнополостные. Кишечнополостные, обладающие твердым скелетом, в кембрии еще отсутствуют. Часто встречаются отпечатки медуз. Это редкое сравнительно явление сохранения

в ископаемом состоянии бесскелетных организмов говорит о большом развитии их в кембрийских бассейнах.

Иглокожие. Встречаются почти исключительно прикрепленные формы (*Pelmatozoa*). Здесь впервые найдены текоидеи, карпоидеи (*Trochocystites*) и формы переходные к настоящим цистоидеям и криноидеям. Изредка встречаются голотурии (*Eleuterozoa*) (находки Уолкотта в St_2 Америки).

Черви встречаются часто и иногда в хорошей сохранности, чаще же в виде ходов или следов ползания.

Мшанки редки.

Брахиоподы являются одной из важнейших групп, но представлены еще примитивными, большей частью беззамковыми формами с хитиновой раковиной.

Только в конце кембрия появляются первые, наиболее примитивные из замковых брахиопод с известковой раковиной (*Orthis*). Появление способности строить раковину из известняка явилось большим толчком для дальнейшего прогрессивного развития как брахиопод, так и других типов беспозвоночных, резко проявившегося в следующем силурийском периоде.

Моллюски. Представители этого типа еще весьма редки, примитивны.

Брюхоногие в кембрии дают большей частью присасывающиеся колпачкообразные формы. Впервые появляются типично палеозойские семейства с почти симметричной спиральной раковиной (*Bellerophonitidae* и *Euomphalidae*).

Пластинчатожаберные редки, не имеют замка и очень мелки. Стратиграфического значения не имеют.

Головоногие моллюски представлены мелкими наутилидами. Род *Volborthella*, предок гигантских ортоцератид силура, имеет длину всего лишь 10—11 мм.

Членистоногие. Членистоногие являются наиболее высокоорганизованными животными, обладающими большим разнообразием и сильной специализацией. Главнейшую роль играют трилобиты, часто достигающие крупных размеров. Благодаря быстрой эволюции, а также многочисленности и широкому географическому распространению трилобиты являются важнейшей в стратиграфическом отношении группой животного мира кембрия. Они составляют так называемую первую трилобитовую фауну, характеризующуюся рядом особых признаков.

Важнейшими признаками являются следующие:

1) отсутствие способности свертывать панцырь, прижимая хвостовой щиток к головному, чтобы защитить от повреждения мягкие брюшные части, не защищенные панцырем. Полагают, что отсутствие этой способности связано с отсутствием опасных для трилобитов врагов в кембрии;

2) слабое развитие хвостового щитка у большинства трилобитов первой трилобитовой фауны;

3) недоразвитые, а иногда и совершенно отсутствующие органы зрения. Эту особенность кембрийских трилобитов связывают с условиями обитания их в мутной илистой воде или с зарыванием в ил;

4) принадлежность почти всех трилобитов первой трилобитовой фауны к группе заднещечных (*Opisthoparia*).

Широкое географическое распространение и быстрая изменчивость трилобитов позволяют не только стратифицировать кембрийские отложения, но также и наметить две зоогеографические провинции: североатлантическую и тихоокеанскую. Каждая из них характеризуется особой трилобитовой фауной, приведенной выше.

Североатлантическая провинция охватывает Европу и восточную окраину Северной Америки. Тихоокеанская — Азию и запад Северной Америки. Характер трилобитовой фауны показывает, что некоторое затруднение в обмене фауной между двумя провинциями наблюдается уже в нижнем кембрии, но особенно резко это проявляется в среднем кембрии, когда связь между ними прекращается совершенно и развитие трилобитовой фауны в каждой из провинций продолжается уже самостоятельным путем.

Кроме трилобитов, в кембрийских отложениях изредка встречаются остракоды и некоторые другие ракообразные.

Находок позвоночных в кембрии нет.

в) Руководящие ископаемые

Archaeocyathus minussiensis Vologdin

(Нижний кембрий, верхние горизонты) Табл. I, рис. 1

Кубок конический, с неправильными поперечными пережимами, имеет тонкую наружную стенку в 0,04 — 0,05 мм с порами до 3—4 вертикальных рядов между соседними перегородками. Внутренняя же стенка толще, с 2—3 рядами более крупных пор. Между стеночное пространство до 1,5 мм ширины содержит тонкие правильные перегородки, дающие септальный коэффициент около 2,5.

Mickwitzia monilifera (Linnarson)

(Нижний кембрий). Табл. II, рис. 1а, б, в, г

Крупные, беззамковые, неравносторонние раковины овально-округлой, двояко-или плосковыпуклой формы.

Макушка брюшной створки слегка нависает над задним краем. Ложная арка довольно резко отделена. Отверстие для ножки в виде простой щели между слегка расходящимися задними краями обеих створок. Раковина известково-фосфористая.

Volborthella tenuis Schmidt

(Нижний кембрий). Табл. II, рис. 7а, б

Очень небольшие (до 10 мм длины) удлинено конические раковинки, напоминающие *Orthoceras* и обнаруживающие разделение на камеры коническими септами с отверстием для прохождения сифона посередине. Диаметр сифона около 1/10 ширины раковины. В продольном разрезе обычно видны лишь следы трубки, сама же стенка не сохраняется, так же как не сохраняется и раковина.

Schmidtellus mickwitzii (Schmidt)

(Нижний кембрий). Табл. II, рис. 4

Спинной щит плоский, с большим головным щитом, длинным туловищем и с очень маленьким слабо развитым пигидием примитивного устройства. Головной щит полукруглый, с краевой каймой, продолжающейся в щечные шипы. Глабель, доходящая до переднего края, из 4 постепенно увеличивающихся к переду сегментов, из которых передний значительно больше остальных, у задних углов расширен и непосредственно продолжается в глазные валики. Глаза большие, угловато-изогнутые. Туловище из 16—17 сегментов с бугорками на осевой части, из которых один (на шестом сегменте сзади) разрастается в длинный горизонтальный шип.

Пигидий чрезвычайно маленький, округлый, почти исключительно занятый коротким сморщенным рахисом. Поверхность гранулирована, глазные лопасти сетчатые.

Olenellus (Holmia) kjerulfi Linnarson

(Нижний кембрий). Табл. II, рис. 3

Головной щит полукруглый, с двумя большими боковыми (щечными) остроконечиями, двумя короткими шипами на затылочном кольце и третьим — посередине его. Передний край затылочного кольца имеет явственную бороздку. Брюшные сегменты несут маленькие заостренные бугорки. Хвостовой щит небольшой, закругленный и раздвоенный в виде лопаточки с неглубоким вырезом.

Paradoxides bohemicus Barrande

(Низы среднего кембрия). Табл. II, рис. 5

Размер до 70 см в длину. Широкий головной щит, более узкое и длинное туловище, очень маленький пигидий. Глабель расширяется впереди и обычно доходит до краевого валика. В задней части глабель имеет две или больше поперечные борозды, из

которых задние часто сливаются попарно и глубоко перепоясывают ее. Глаза то большей, то меньшей величины. Подвижные щеки неширокие и снабжены длинными шипами. Краевой валик против глабели часто сильно сужается. Туловище имеет 16—20 сегментов с широкой осевой частью. На плеврах у каждого сегмента проходят косые бороздки; концы плевр заостряются в шипы. Два последних сегмента иногда бывают вытянуты в длинные шипы, направленные назад. Хвостовой щит очень маленький со сравнительно широкой и короткой осевой частью и гладкой широкой каемкой из плевр.

Видовые признаки: 1) на глабели имеется две пары сплошных глубоких борозд, 2) глаза небольшие, 3) плевры пигидия гладкие.

Dorypyge slatkowskii (Schmidt)

(Низы среднего кембрия). Табл. I, рис. 3а, б

Глабель яйцевидная, выпуклая, резко пережатая ямками дорзальных борозд у переднего конца. Фронтальная кайма нитевидная посредине и утолщенная на боках. Глаза маленькие, посредине. Затылочное кольцо с шипом. Неподвижные щеки узкие выпуклые. Свободные щеки с недлинным, слегка отогнутым наружи шипом. Туловищные сегменты прямые, с резким коленчатым перегибом у наружных острых концов и глубокой прямой продольной бороздкой. Пигидий из 5 сегментов, кроме конечного, слитых, образующих округлые ребра, пересекающие краевую кайму и непосредственно переходящие в краевые шипы. Краевых шипов по пяти с каждой стороны. Поверхность гладкая.

Ptychoparia kochibei Walckott

(Средний кембрий). Табл. II, рис. 2

Трилобиты среднего и малого размеров. Головной щит сравнительно большой, туловище более узкое и длинное, хвостовой щит короткий и узкий. Глабель усеченно коническая с 2—3 парами коротких борозд на боках. Щеки широкие, глаза маленькие. От глаз к передним концам глабели идут слегка выпуклые четкие глазные валики. Впереди глазных валиков и глабели проходит широкий и плоский или слабо выпуклый лимб, покрытый тонкой неправильно радиальной нервацией. Лицевые швы впереди глаз идут почти параллельно друг другу. Туловище состоит из 14 сегментов. Осевая часть узкая, плевры широкие, плоские. На плеврах в каждом сегменте проходят прямые широкие и неглубокие бороздки. Хвостовой щит из 4—5 сегментов. Осевая часть его доходит до валика, который окаймляет сзади весь хвостовой щит. Род широко распространен повсеместно в кембрии.

Видовые признаки: 1) усеченно-коническая глабель; 2) три пары глабеллярных борозд и 3) широкие неподвижные щеки.

Olenoides obrutschewi Lermontova

(Средний кембрий). Табл. I, рис. 2

Головной щит полукруглого очертания. Щечные шипы достигают четвертого туловищного сегмента. Отношение длины головы к ширине 1:2. Глабель сильно выпукла, субцилиндрической формы, с тремя парами поперечных борозд, не достигающих до середины глабели; передняя пара едва заметна. Затылочное кольцо очень выпукло.

Длинные глазные крышки имеют серповидную форму. Поверхность панцыря мелкозернистая. Туловище содержит не менее 10 сегментов. Ось последних очень выпуклая; задняя часть сегментов оси слегка оттянута назад и переходит в длинный и тонкий шип. Плевры плоские, края их вытянуты в когтеобразные шипы.

Пигидий полукруглый, нередко отграничен от туловища; ось его очень выпукла, содержит 5 гладких (без шипов) сегментов. Задний край пигидия несет 2—3 пары шипов. Общая длина трилобита 7,5—30 см.

Dorypyge richthofeni Dames

(Средний кембрий) Табл. II, рис. 5

Боченковидная, или яйцевидная, форма глабели. Борозды на глабели отсутствуют или очень слабо развиты. Бороздки на плеврах туловища и хвостового щита более прямые, чем у *Olenoides*. На хвостовом щите заднебоковые шипы сильно выделяются от остальных шипов по своей большой длине и толщине.

Видовые признаки: 1) глабель боченкообразной формы, 2) на боках глабели 3 пары коротких и очень слабых бороздок, 3) скульптура в виде грубых и редких бугорков.

Olenus truncatus Bräunnetiere

(Низы верхнего кембрия) Табл. I, рис. 4

Мелкие трилобиты со сравнительно большой головой, много-сегментным туловищем и маленьким, обычно треугольным хвостовым щитом. Глабель довольно широкая, усеченно-коническая или округлая, с тремя парами борозд; из них нижняя пара часто сливается. Щеки широкие, глаза маленькие, глазные валики очень четкие и почти горизонтальные. Впереди глабели и глазных валиков широкий, довольно плоский лимб. Туловище много-сегментное с узкой осевой частью и прямыми бороздками на сегментах плевр. Хвостовой щит имеет узкие плевральные части

и у многих видов снабжен по краям двумя или более коротенькими шипиками. *Olenus truncatus* характеризуется отсутствием шипиков на пигидии.

Agnostus pisiformis Linné

(Низы верхнего кембрия) Табл. II, рис. 6

Величина 6—10 мм, головной и хвостовой щиты равной величины и сочленяются посредством двух очень маленьких сегментов. Глаза и лицевые швы отсутствуют. Глабель разделяется на две лопасти: передняя значительно меньше по величине. Щеки подковообразно окружают глабель, но разделяются впереди глабели узкой продольной бороздкой. На хвостовом щите осевая часть разделяется двумя поперечными бороздами на три неравные части. Осевая часть немного не доходит до краевого валика, и плевры позади оси сливаются друг с другом. Головной и хвостовой щиты окаймляются краевыми валиками. На заднебоковых углах хвостового щита на краевом валике имеются маленькие шипики.

г) Разрезы

После ознакомления с органическим миром кембрия следует внимательно разобрать наиболее типичные разрезы кембрийских отложений. Предлагаемые разрезы дают представление о характере платформенных (кембрий Прибалтики) и геосинклинальных (кембрий Уэльса) отложений кембрийского возраста.

Рассмотрев указанные разрезы, надо графически построить к ним стратиграфические колонки в каком-либо масштабе и составить по этим колонкам кривые смены фаций.

Выполнив это, следует дать краткое описание истории развития в течение кембрийского периода тех участков земной коры, для которых даны разрезы. В качестве примера такого описания рассмотрим разрез кембрия Прибалтики.

Кембрийские отложения в Прибалтике лежат на размытой поверхности докембрийских толщ. Это с очевидностью свидетельствует о континентальном режиме, существовавшем в этом районе перед началом отложения кембрийских осадков.

Гдовские слои нижнего кембрия лишены органических остатков. Это обломочный материал, образовавшийся в результате разрушения докембрийской суши и отлагавшийся либо в континентальных, либо в лагунно-континентальных условиях.

Следующая толща — ламинаритовая глина — представляет осадки мелководного, очень спокойного морского или лагунного бассейна, с обилием илистого материала и с пленками сапропеля (*Laminarites*). Вышележащая синяя глина содержит уже настоящую морскую фауну и является, несомненно, отложением морского, несколько более глубокого, чем предыдущий, бассейна.

Последние слои нижнего кембрия — эофитоновый песчаник — также морские, но, судя по литологическому составу, уже более мелководные, возможно, прибрежные осадки.

Последующие ижорские слои, относимые предположительно к среднему и верхнему кембрию, лишены органических остатков и характеризуются эоловой слоистостью, указывая снова на переход к континентальному режиму.

Обобщая все сказанное, историю Прибалтики в кембрийском периоде можно представить следующим образом: с начала кембрия начинается небольшое прогибание земной коры в данной области, вызвавшее трансгрессию моря. Трансгрессия достигает максимума в эпоху отложения синей глины, а затем сменяется регрессией и установлением континентальных условий с начала среднего кембрия. Бассейн, покрывающий Прибалтику, в нижнем кембрии был мелководным, со спокойными водами, благодаря чему отлагалось большое количество глинистых осадков.

Малые мощности, отсутствие дислокаций, явлений метаморфизации, проявлений вулканизма и неполнота разреза кембрия позволяют считать его типичным платформенным разрезом.

По этому же образцу должны быть разобраны остальные разрезы кембрия, а также и разрезы, приведенные для всех последующих периодов.

Для того чтобы облегчить решение вопроса об отнесении того или иного разреза к платформенному или геосинклинальному типу, прилагается таблица основных признаков разрезов платформенных и геосинклинальных областей.

Типичные признаки разрезов платформенных и геосинклинальных областей показаны в табл. 9.

Таблица 9

Платформенные области	Геосинклинальные области
Мощность малая, десятки или первые сотни метров	Большая — сотни и тысячи метров
Стратиграфическая неполнота; частые перерывы отложений	Полнота разрезов
Преобладают карбонатные органогенные фации, терригенные имеют подчиненное значение	Преобладают терригенные отложения
Залегание горизонтальное или очень слабо нарушенное	Залегание сильно нарушенное
Неизменность осадочных пород	Метаморфизация
Отсутствие вулканогенных, эффузивных и интрузивных пород	Обычны вулканогенные формации и интрузии
Отсутствие магматогенных рудных полезных ископаемых, наличие осадочных железных руд	Обычны магматогенные рудные залежи

Кембрий Прибалтийских районов СССР

На неровной поверхности архея, представленного биотитовыми гнейсами с жилами гранита, залегают:

$Ст_1$ — *гдовские слои*. Белые и светлосерые кварцевые, тонкозернистые пески и рыхлые песчаники с линзами глин. В основании встречаются обломки гранита. Мощность 50—110 м.

$Ст_1$ — *ляминаритовая глина*. Серые очень тонкослоистые глины с пропластками песков и песчаников и с тонкими коричневыми пленками сапропелевого вещества (*Laminarites*). Других органических остатков нет. Мощность 138 м.

$Ст_1$ — *синяя глина*. Голубовато-зеленая или зеленовато-серая пластичная глина с зернами глауконита, с линзовидными прослойками кварцевого песчаника. Фауна редкая: остатки червей (*Serpulites* и др.), головоногие (*Volborthella*) и трилобиты. Мощность 110 м.

$Ст_1$ — *зофитоновый песчаник*. Голубовато-серый и зеленоватый кварцевый песчаник, переслаивающийся с глауконитовым песчаником и глиной. Фауна редка (*Volborthella*, трилобиты, брахиоподы). Мощность 0—10 м.

$Ст_{2+3}$ (?) — *фукоидный песчаник*. Белые и светлосерые кварцевые пески, реже песчаники, наблюдается косая слоистость (эоловая). Фауна не найдена. Мощность 0—9 м, реже до 86 м.

Кембрий Уэльса

$Ст_1$ — пестрые сланцы и мелкозернистые песчаники. Фауна бедная, встречаются часто только трубки червей, известны единичные находки *Olenellus* и *Lingulella*. Мощность 450—1200 м.

$Ст_2$ — пестрые и темные сланцы с *Paradoxides*. Мощность 800 м.

$Ст_3$ — плитчатые песчаники, бедные фауной, встречается *Lingulella*. Мощность до 1300 м.

Выше залегают темные сланцы с фауной трилобитов и брахиопод (*Agnostus*, *Orthis*). Встречаются андезитовые лавы. Мощность 80—200 м.

3. Силур

а) *Расчленение* силура дадим в принятых в настоящее время английских названиях отделов и ярусов (табл. 10).

б) *Органический мир*. Силурийский период характеризуется исключительным развитием беспозвоночных животных. Это, пожалуй, наиболее богатый по разнообразию форм период в истории земли. Среди фауны беспозвоночных появляется много весьма важных в стратиграфическом отношении, быстро эволюционирующих групп: граптолиты, табуляты, цистоидеи и другие. К этому же времени относятся находки первых позвоночных и первых наземных организмов.

О разнообразии и богатстве органического мира силурийского периода говорит уже то обстоятельство, что в силуре теперь известно до 15 000 видов морских животных, в кембрии же их в десять раз меньше.

Флора силурийского периода состоит из многочисленных и довольно разнообразных известковых водорослей из отряда сифоней (*Cyclocrinus*). Появляются также бурые водоросли, представленные здесь главным образом родом *Nematophyton*, из синезеленых многочисленных *Gloeocapsomorpha*.

Таблица 10

Индексы	Отделы	Ярусы	Руководящие ископаемые
S_2	Готланд	Даунтон Лудлоу Уинлок Ландовери	<i>Phacops, Proetus, Encrinurus, Pentamerus knighti, Halysites, Favosites, Monograptus</i>
S_1	Ордовик	Карадок Лландейло Арениг Тремадок	<i>Asaphus expansus, Illaenus esmarkii, Megalaspis, Orthis calligramma, Porambonites, Echinospaerites aurantium, Endoceras, Orthoceras, Phyllograptus, Diplograptus</i>

Наземную флору составляет кустарниковая псилофитовая растительность, селящаяся в пониженных, влажных местах, большей частью вблизи водоемов. Псилофиты являются наиболее примитивными представителями наземной флоры, с очень слабой дифференцированностью тканей.

Фауна отличается заметным обогащением всех типов по сравнению с кембрием. Как мы увидим далее, состав органического мира нижнего и верхнего отделов силура настолько различен, что некоторые исследователи склонны рассматривать эти отделы как самостоятельные системы.

Простейшие становятся гораздо разнообразнее, появляется много новых планктонных и бентонных фораминифер, а также и радиолярий. Однако для стратиграфических целей они малоценны.

Губки также распространены шире, чем в кембрии и представлены массивными формами, относящимися к каменистым губкам (*Lithistida*) и к гексактинеллидам. Некоторые из них являются руководящими ископаемыми, как например *Astilospongia*.

Кишечнополостные дают важнейшие группы большого геологического значения — четырехлучевые кораллы (*Rugosa*) и потолочковые кораллы (*Tabulata*). Встречаясь изредка и в нижнем силуре, преимущественного распространения они достигают в верхнем.

Четырехлучевые кораллы представлены большей частью одиночными формами и достигают большого разнообразия. Среди

них есть прикрепляющиеся формы, такие как коническая *Omphura*, свободнолежащие на дне, дискоидальные, как *Palaeoscyclus* и много других, разнообразных по форме и по способу прикрепления, родов.

Табуляты вместе со строматопорами и известковыми водорослями являются важнейшими рифостроящими организмами силура. Особенно развиты в силуре цепочечный коралл *Halysites* и сотовидный *Favosites*, дающий несколько хороших руководящих видов и для девона.

Таким образом, фауна кишечнополостных в силуре характеризуется появлением нескольких, снабженных известковым скелетом групп, сразу начинающих быстро развиваться.

Иглокожие характеризуются появлением уже более высоко организованных классов: *Cystoidea*, *Crinoidea* и *Echinoidea*. Важнейшую роль в силуре играют представители первого класса — цистоидеи, которые в нижнем силуре достигают расцвета и дают ряд важных руководящих ископаемых. Одним из таких является широко распространенный в нижнесилурийских отложениях род *Echinospaerites*. Уже в верхнем силуре значение этой группы резко уменьшается, а за пределами силура и совсем сходит на нет.

Мшанки играют в силуре небольшую роль, но все же дают некоторые руководящие виды. Большей частью это массивные формы.

Брахииподы, как и в кембрии, имеют весьма существенное значение, однако состав их резко меняется. В нижнем силуре еще встречаются некоторые представители беззамковых брахиопод с хитиновой раковиной — *Obolus*, *Lingula*, — но преобладающее значение имеют уже замковые, правда, еще наиболее примитивные, но уже снабженные известковой раковиной. Таковы *Orthis*, *Clitambonites* и др.

В верхнем силуре развиваются более высокоорганизованные семейства — ринхонеллиды, атрипиды, пентамериды (первые представители этого семейства появляются еще в нижнем силуре — *Porambonites*), которые особенно широко развиты и представлены как гладкими, так и сильно ребристыми формами. В конце силура появляются первые спириферы и первые продуктиды (*Chonetes*). Большинство этих форм достигает значительных размеров.

Моллюски. Пластинчатожаберные и брюхоногие моллюски имеют весьма небольшое значение. Среди последних встречаются большей частью типично палеозойские симметричные формы, как *Bellerophon*, колпачкообразные — *Capulus*, а также формы со слабо конической спиралью — *Eumphalus* и *Pleurotomaria*.

Важнейшую роль играют головоногие моллюски. Использование извести для построения раковины дает громадный толчок в развитии наутилоидей, и в силуре мы встречаем уже очень разнообразных и нередко гигантских представителей этой группы.

Таковы прямые *Endoceras* и *Orthoceras*, спирально свернутый *Lituites* и много других родов. Длина некоторых из них достигает иногда 2 м.

Обилие, разнообразие и крупные размеры представителей *Nautiloidea* говорят о расцвете этой группы в силурийский период. В самом конце силура появляются первые, еще очень редкие аммоноидеи — гониатиты.

Трилобиты. В силуре встречаемся с двумя последовательно существующими, резко различными между собой, а также отличающимися от кембрийской, трилобитовыми фаунами.

Нижнесилурийская, или вторая после кембрия трилобитовая, фауна характеризуется смешанным составом трилобитов: при преобладании заднешечных трилобитов здесь появляется уже довольно много переднешечных.

Нижнесилурийские трилобиты отличаются от кембрийских сокращением числа туловищных члеников, крупным хвостовым щитом, нередко по размеру равным головному, большей частью хорошо развитыми органами зрения. Все нижнесилурийские трилобиты обладают способностью свертываться. Появление этой способности связывают с появлением опасных хищников — наутилид, — от которых нужно было защитить непокрытую панцырем брюшную сторону.

Типичными представителями второй трилобитовой фауны являются *Asaphus*, *Illaenus* и *Megalaspis*.

В конце нижнего силура вторая трилобитовая фауна вымирает и в верхнем силуре сменяется третьей трилобитовой фауной. Последняя характеризуется преобладанием переднешечных трилобитов и нередко чрезмерным развитием органов зрения. Представители ее *Phacops*, *Proetus*, *Goldius* и др. За пределами силура третья трилобитовая фауна резко теряет свое значение и, постепенно угасая, продолжает существовать до конца палеозоя. Последний представитель ее вымирает в перми.

Кроме трилобитов, членистоногие представлены многочисленными гигантостраками (особенно часто встречается *Eurypterus*, появляющийся впервые в верхнем силуре); достигают расцвета остракоды. В верхнем силуре найден первый скорпион *Palaeophonus*, который, повидимому, еще не был настоящим наземным животным, а вел, возможно, земноводный образ жизни.

Граптолиты. Громадное значение для стратиграфии силурийских отложений имеют граптолиты, причислявшиеся раньше к кишечнополостным, теперь же выделяемые в самостоятельный тип. Быстрая эволюция и широкое географическое распространение этих животных, при их многочисленности в силурийских отложениях, делают их незаменимыми руководящими ископаемыми. Эта группа появляется, проходит весь путь эволюции и вымирает в течение силура. Многочисленные виды граптолитов позволяют расчленить толщи силурийских осадков на 36 зон.

Не вдаваясь в детальное изучение отдельных руководящих видов, можно указать, что для нижнего отдела силура характерны полиграптиды, а для верхнего — монограптиды.

Из полиграптид только один род *Diplograptus* переходит в верхний силур, но он никогда не поднимается выше ландовери. В конце силура граптолиты большей частью вымирают и лишь корзинкообразные колонии рода *Dictyonema*, появившегося в верхнем кембрии, продолжают существовать почти до конца палеозоя.

Позвоночные. В силурийских отложениях встречены первые остатки позвоночных животных, представленных панцырными рыбами и древними хрящевыми акулами.

В нижнем силуре это еще редкие, точно не определимые обломки панцрей, в верхнем же хорошо сохранившиеся и многочисленные находки, позволяющие подробно изучить и восстановить как внутреннее устройство, так и внешний облик этих рыб.

в) Руководящие ископаемые

Echinosphaerites aurantium Gyll

(Нижний силур) Табл. III, рис. 8

Шарообразная чашечка, имеющая в среднем 2,5 см в диаметре, состоит из многочисленных полигональных табличек, расположенных без определенного порядка. Таблички снабжены ромбовыми порами, которые бывают отчетливо выражены, когда наружный слой пластинки удален. Рот расположен на верхней стороне и окружен короткими амбулякральными желобками; каждому желобку отвечает одна брахиоля (брахиоли обычно не сохраняются). Анальное отверстие расположено в верхней трети чашечки и прикрыто пятигранной пирамидкой.

Obolus apollinis Eichwald

(Нижний силур) Табл. III, рис. 1

Небольшая, округленного очертания, почти равносторонняя раковина с толстыми блестящими (известково-роговыми) створками. Замочный край створок утолщен и образует на каждой створке арею, покрытую поперечной штриховкой, посредине ареи на каждой створке располагается продольное углубление в виде бороздки, служащей для выхода ножки. Наружная поверхность створок покрыта достаточно редкими и немногочисленными знаками роста. На внутренней поверхности створок — отпечатки трех пар мускулов.

Orthis calligramma Dalman

(Нижний силур) Табл. III, рис. 2

Очертание раковины почти круглое. Наибольшая ширина несколько впереди замочного края. Брюшная створка выпуклая, спинная — почти плоская.

Макушка брюшной створки невысокая, арча ее узкая с небольшим треугольным дельтием под ней. Синуа нет.

Clitambonites planus Pander

(Нижний силур) Табл. III, рис. 3

Очертание полуэллиптическое или субпятиугольное, раковина небольшая, довольно плоская со сплошным режущим краем. Наибольшая ширина отвечает замочному краю. Арча обеих створок наклонена под углом 60° к плоскости сочленения створок. Арча брюшной створки больше. Макушки тупоугольные, заостренные и отдернутые над замочным краем.

Брюшная створка чуть выпуклая, со слабо обозначенной вдавленностью, спинная — плоская.

Вдавленность брюшной створки не отражается на прямом лобном крае.

Скульптура состоит из тонких одинаковых радиальных струек, многократно ветвящихся, и грубых линий нарастания у лобного края.

Clitambonites anomalus Pander

(Нижний силур) Табл. III, рис. 5

Очертание толстой раковины четырехугольное. Замочный край прямой, лобный — на боках закругленный. Наибольшая ширина принадлежит замочному краю, концы которого слегка выделяются.

Обе створки выпуклые, пирамидальные, утоняющиеся от макушки к лобному краю. Макушки обеих створок откинута в сторону лобного края и отделяются друг от друга высокими треугольными арча.

Синус большой створки едва заметен и на лобном крае почти не отражается. Поверхность раковины покрыта тонкими струйками и более или менее многочисленными слабыми линиями нарастания.

Siphonotreta unguiculata Eichwald

(Нижний силур) Табл. III, рис. 7

Раковина овального очертания, заостренная к макушкам. Наибольшая ширина находится в средней части раковины. Брюшная створка несколько более вздута, чем более короткая спинная. Раковина нетолстая. Макушки бывают часто сдвинуты друг относительно друга. Макушка брюшной створки несколько откинута. Арча брюшной створки треугольная, не отделяющаяся от остальной раковины. Синуа нет.

Скульптура коричневой роговой раковины составлена многочисленными мелкими усеченными бугорками, пронизанными порами (точечное строение), а также правильными редкими concentрическими линиями нарастания по всей раковине.

Род *Angarella Asatkin*

(Нижний силур) Табл. III, рис. 4а, б,

Раковина с резко выраженной неравностворчатостью. Очертания обеих створок от круглого до удлинено-овального. Спинная створка конической формы. Вершина конуса чаще расположена эксцентрически и сдвинута к заднему (смычному) краю створки и иногда загнута.

Брюшная створка (нижняя) плоская или несколько выпуклая, но менее, чем спинная. Макушка ее несколько сужена и оттянута назад. Прирастание раковины макушкой, на которой даже различается рубец.

Скульптура брюшной створки состоит из концентрических линий нарастания, придающих раковине гофрированный вид. Коническая смежная створка гладкая.

Обе створки толстые. Толщина их увеличивается к заднему краю. Размеры разнообразны: от 2 до 8 см. Род брахиопод *Angarella* относится к семейству *Craniadae*.

Endoceras duplex Wahlenberg

(Нижний силур) Табл. III, рис. 6

Раковина коническая, больших размеров. Сифон толстый с косыми пережимами. Положение сифона краевое. Перегородки менее сближенные, чем у предыдущего вида. Поверхность почти гладкая. Пережимов нет.

Trinucleus ornatum Barrande

(Нижний силур) Табл. VI, рис. 4

Очертание головогрудного щита подковообразное вследствие образования горизонтального плоского лимба поперечно-эллиптической формы, загнутого в узкие остrokонечия. Лимб пронизан порами. Нерассеченная глабель и обе боковые щечные части в виде простых подушкообразных вздутий. Лицевых швов нет. Хвостовой щит небольшой с поперечной сегментацией.

Megalaspis extenuata Angelin

(Нижний силур) Табл. V, рис. 2

Сходен с *Asaphus*, но головной и хвостовой щиты сильно вытянуты в длину и тонко заострены. Имеются щечные шипы. Глабель менее заметно расширяется в передней части. Хвостовой щит окаймлен довольно широкой, обычно вогнутой каймой, часто сохраняющей знаки нарастания.

Asaphus expansus Linnarson

(Нижний силур) Табл. IV, рис. 4а, б

Довольно крупные трилобиты с большим полулунным головным и хвостовым щитами и недлинным туловищем, состоящим

из 8 сегментов. Трилобит часто встречается в свернутом состоянии. Глабель впереди несколько расширяется, слегка вздувается и достигает переднего края. Глабеллярные бороздки отсутствуют или очень слабы. В задней части глабели имеется маленький бугорок. Глаза небольшие, высокие, расположены близко к глабели. Щечные шипы отсутствуют. Хвостовой щит слабо, но ясно сегментирован, с хорошо выделяющейся конической осевой частью, не достигающей заднего края.

Megalaspis limbata Sars et Boeck

(Нижний силур) Табл. IV, рис. 6

Заостренный спереди (стрельчатый) головной щит с острыми боковыми углами. Глабель прямоугольная и короткая. Лицевой шов образует острый угол значительно впереди короткой глабели. Брюшной щит из 8 сегментов. Хвостовой щит с плоским лимбом. Ребра на боковых частях направлены косо назад.

Illaenus esmarckii Schlotheim

(Нижний силур) Табл. IV, рис. 2а, б, в

Равномерно и сильно выпуклый головной щит полулунного очертания. Глабель отделяется лишь боковыми бороздками, достигающими до $\frac{1}{3}$ длины головного щита. По лобному краю проходит явственная концентрическая бороздка для соединения с хвостовым щитом при свертывании. Брюшной щит из 10 сегментов. Хвостовой щит почти одинаковый с головным, выпуклый, полукруглый и имеет отграниченную осевую часть в виде равнобедренного треугольника до половины длины пигидия. Последний украшен точками и линиями нарастания.

Bumastus trentonensis Emrich

(Нижний силур) Табл. III, рис. 10а, б

Сходен с *Illaenus*. Отличается от *Illaenus* более широкими глабелю и осевыми частями туловища и хвостового щита. Кроме того, на головном и хвостовом щитах край часто бывает вогнутым.

Amphilichas snjatkovi Veber

(Нижний силур) Табл. III, рис. 9а, б

Трилобит значительной величины, с большим, сильно вздутым головным щитом и меньшей величины хвостовым щитом. Туловище из 9—10 сегментов.

Глабель перегнута под острым углом, большая, занимающая почти весь головной щит. Сильно развита передняя пара глабел-

лярных борозд, которые поворачивают назад и идут вдоль глабел, немного не достигая затылочной борозды. Задние глабел-образом, глабель разделена на три продольные лопасти, из которых средняя имеет наибольшую ширину и наиболее вздута. Щели очень маленькие, глаза тоже небольшие, хвостовой щит с широкой короткой осевой частью, которая сзади сильно суживается и сливается с плеврами.

Плевры состоят из небольшого количества широких сегментов, слегка заостряющихся по краям.

Весь спинной щит покрыт грубой скульптурой из крупных и мелких, иногда сосковидных бугорков.

Dictyonema flabelliforme Hall

(Нижний силур) Табл. VI, рис. 2

Расходящаяся сетчатая форма с основными радиальными прутьями и короткими поперечными перемычками.

Маленькие ячейки сидят на основных ветвях и соединены между собою посредством мелких пор.

Род *Phyllograptus Hall*

(Нижний силур) Табл. VI, рис. 5а, б

Рабдосома состоит из четырех отдельных коротких рядов призматических ячеек, сросшихся во всю длину своей задней стороной. Каждый ряд ячеек имеет продольную, замкнутую внутри, полость.

Halysites „catenularia Linné“

(Верхний силур) Табл. VI, рис. 3

Колония состоит из цилиндрических кораллитов эллиптического сечения, срастающихся по всей длине так, что в поперечном сечении получается картина цепочки, образующей многочисленные, неправильные, довольно крупные петли. Размеры кораллитов достигают 3—4 мм по длинной оси поперечного сечения. В кораллитах имеются густо расположенные, горизонтальные поточки и немногочисленные шипы, располагающиеся продольными рядами. В цепочках между кораллитами присутствуют дополнительные трубочки значительно меньших размеров, чем основные.

Palaeohalysites „escharoides Lamarck“

(Верхний силур) Табл. VI, рис. 1

Имеет то же строение колонии, но отличается от предыдущего вида меньшими размерами кораллитов и образуемых ими

петель, более многочисленными шипами и отсутствием мелких дополнительных трубочек.

Favosites gotlandicus Lamarck

(Верхний силур) Табл. VI, рис. 6

Массивная колония сложена крупными, тонкостенными, отчетливо полигональными кораллитами, имеющими выдержанные размеры; диаметр кораллитов равен 2—3 мм. Потолочки горизонтальные правильные; шипы короткие. На каждой грани кораллита имеются крупные поры, которые располагаются чередуясь в двух продольных рядах.

Heliolites interstinctus Linné

(Верхний силур) Табл. VI, рис. 7а, б

Колония массивная; в массе мелких полигональных трубочек, представляющихся невооруженному глазу в поперечном сечении в виде точечной пористости, заключены более крупные трубочки — кораллиты — круглого сечения, диаметром около 1—1,5 мм. В этих трубочках имеются короткие вертикальные шипики в количестве 12 рядов в каждом кораллите. Расстояние между соседними крупными кораллитами не превышает диаметра последних. И в крупных и в мелких кораллитах имеются поперечные перегородки — днища.

Pentamerus (Conchidium) knighti Sowerby

(Верхний силур) Табл. V, рис. 3

Очертание трапециoidalно-округленное, вытянутое в длину. Наибольшая ширина спинной створки лежит ближе к замочному, чем к лобному краю. Обе створки весьма выпуклы, причем брюшная сильнее. Макушка брюшной створки весьма сильно клювообразно загнута (более 90°). Ареи нет. Синуса нет. Скульптура состоит из нетолстых ребер треугольного очертания.

Pentamerus borealis Eichwald

(Верхний силур) Табл. V, рис. 4а, б

Развитая по длине, сильно неравностворчатая раковина; брюшная створка сильно выпуклая, с клювообразно загнутой макушкой, нависающей над макушечной частью слабо выпуклой спинной створки. Под макушкой брюшной створки треугольный дельтирий. В брюшной створке спондилей, в спинной — две параллельные септальные пластинки. Поверхность створок гладкая, снабженная лишь концентрическими знаками роста.

Pentamerus esthonus Eichwald

(Верхний силур) Табл. V, рис. 7

Очертание округленно-треугольное. Наибольшая ширина раковины ближе к лобному краю. Обе створки одинаковы и достаточно выпуклы и несут по две продольные, расходящиеся от макушки бороздки, ограничивающие срединное поле. Макушка брюшной створки загнута на 90°. Ареи нет. Синуса нет.

Поверхность покрыта редкими concentрическими линиями на одинаковых расстояниях друг от друга.

Dawsonoceras annulatum Sowerby

(Верхний силур) Табл. V, рис. 5

Сифон тонкий двояковыпуклый, с пережимами. Положение сифона центральное. Камеры низкие ($1/6$ диаметра). Величина раковины средняя (до 30 см). Поверхность покрыта прямыми острыми ребрами, идущими вокруг камеры, между которыми располагаются желобообразные кольца.

Dalmanites caudatus Brünnetlere

(Верхний силур) Табл. IV, рис. 1

Крупный трилобит, переднещечный. Головной и хвостовой щитки равной величины. Туловище из 11 сегментов; хвостовой щит из 12 сегментов, окружен краевой каймой, сзади вытянут в шип. Глабель сильно расширяется кпереди. В задней половине по бокам она имеет глубокие бороздки. Головной щит окружен каймой равномерной ширины. Имеются щечные шипы. Глаза большие, покрыты крупными фасетками.

Encrinurus punctatus Wahlenberg

(Верхний силур) Табл. IV, рис. 3а, б

Головной щит серповидный с щечными остроконечиями. Глабель вздутая, расширяющаяся спереди, грушевидная, покрытая бугорками. Лицевой шов сходится впереди глабели к середине головы. Брюшной щит из 11 одинаковых сегментов. Пигидий мечевидно заостренный, состоит из 20 неясных осевых колец и 8 плевральных дуг; осевая часть несет ряд небольших срединных бугорков.

Calymene blumenbachii Bronn

(Верхний силур) Табл. V, рис. 6

Размеры средние. Головной щит широкий, туловище много-сегментное, хвостовой щиток средней величины из шести сегментов.

тов. Глабель широко коническая, но срезанная и слегка округленная спереди. На боках у нее резко выделяются обычно три пары вздутых округлых лопастей, величина которых постепенно уменьшается по направлению кпереди. Глаза маленькие. Головной щит окаймлен узким краевым валиком. Щечные шипы отсутствуют.

Phacops fecundus Barrande

(Верхний силур—средний девон) Табл. V, рис. 1

Очертание головного щита в виде правильного полукруга. Затылочный край почти прямой. Расширяющаяся вперед глабель круто спускается к лобному краю. Шовная линия направляется к боковым краям, огибая глазные конусы, которые имеют полукруглое основание. Брюшной щит из 11 сегментов.

Поверхность покрыта мелкими и одинаковыми бугорками.

Род *Monograptus Geinitz emend. Jaekel et Frech*

(Верхний силур) Табл. IV, рис. 5а, б

Рабдосомы простые, неветвистые, прямолинейные или согнутые, иногда винтообразно завитые. Однорядно расположенные ячейки удлинены, устья вытянуты наподобие хобота или не сужены, или перетянуты и загнуты на стороны или вниз.

г) Разрезы

Силур Прибалтийских районов СССР

S₁. Тремадок.

Оболовые пески. Конгломерат, пески и песчаники. В верхней части толщи скопление раковин *Obolus apollinis*.

Диктионемовый сланец. Черные или темносерые сланцы с *Dictyonema flabelliforme*.

S₁. Арениг.

Глауконитовая толща. Глауконитовые песчаники с *Obolus*, *Orthis*, *Megalaspis*.

Глауконитовый известняк с многочисленной фауной трилобитов (*Asaphus*, *Iliaenus*, *Megalaspis*), брахиопод, иглокожих и мшанок.

Ортоцератитовый известняк. Известняки с фауной трилобитов, брахиопод, иглокожих, мшанок, брюхоногих и головоногих моллюсков (*Endoceras*).

S₁. Лландейло.

Эхиносферитовый известняк. Известняки глинистые, местами доломитизированные, с фауной эхиносферитов, трилобитов, брахиопод и моллюсков.

Кукерские слои. Известняки, местами доломитизированные, с прослойками горючего сланца (кукерсита). Характерна водоросль *Gloeocapsomorpha prisca*, встречаются трилобиты, брахиоподы и другая фауна.

Итферские слои. Известняки и мергели с прослойками кукерсита с обильной фауной трилобитов и брахиопод.

Губковые слои. Известняки и доломиты. Характерны губки, встречаются эхиносфериты и трилобиты.

Иевские слои. Глинистые, доломитизированные известняки. Встречаются прослойки кукерсита. Многочисленная фауна (трилобиты, брахиоподы и мшанки). Появляются первые одиночные кораллы и морские ежи.

Кегельские слои. Доломиты с трилобитами, брахиоподами и мшанками; появляются табуляты и строматопоры.

S₁. Карадок.

Везенбергские слои. Известняки и доломиты с обильной фауной трилобитов и брахиопод. Развиваются одиночные кораллы, гастроподы. Мощность 120—230 м.

S₂. Боркгольмские и ликгольмские слои. Известняки и доломиты с фауной брахиопод и морских ежей. Мощность до 25 м.

Силур Уэльса

В английской провинции Уэльс на отложениях верхнего кембрия непосредственно ложатся слои нижнего силура:

S₁. Тремадок. Сланцы с *Dictyonema* и трилобитами. Выше сланцы и песчаники с трилобитами и головоногими моллюсками. Встречаются лавы. Мощность 300 м.

S₁. Арениг. В основании кварциты и конгломераты. Выше переслаивание граптолитовых сланцев, кварцитов, известняков и мощных вулканогенных отложений. Мощность 1500 м.

S₁. Лландейло. Черные сланцы, туфогенные породы и темные известняки с граптолитами и трилобитами. Мощность до 1000 м.

S₁. Карадок. Песчаники с трилобитами, граптолитовые сланцы и известняки с иглокожими и брахиоподами. Вулканогенных пород меньше, чем в предыдущих ярусах. Мощность ~ 500 м.

Известняково-сланцевая свита. Мощность ~ 200 м. Отложения нижнего силура смяты в складки и пронизаны кислыми интрузиями. На них несогласно залегает готланд.

S₂. Ландовери. Конгломераты и песчаники, переслаивающиеся с известняками с фауной трилобитов и брахиопод и с граптолитовыми сланцами. Мощность до 1000 м.

S₂. Уинлок. Сланцы с трилобитами и брахиоподами и рифовые известняки с кораллами (*Favosites*, *Halysites*). Мощность до 500 м.

S₂. Лудлоу. Известняки с фауной *Pentamerus* (*Conchidium*) *knighti*, *Phacops* и др., и сланцы с *Monograptus* Мощность до 400 м.

S₂. Даунтон. На размытой поверхности лудлоу с угловым несогласием залегают конгломераты, песчаники и сланцы. В песчаниках *Lingula*, *Eurypterus*, обломки костей рыб и растения *Psilophyton*. Мощность 150 м.

Девон. На размытой поверхности даунтона с угловым несогласием залегает древний красный песчаник девона.

4. Каледонский орогенез

Эпейрогенические движения, обусловившие нижнесилурийскую трансгрессию, в конце нижнего силура сменяются крупными горообразовательными движениями, так называемой таконской фазы каледонской орогенической эпохи.

Начало верхнего силура ознаменовалось новой крупной трансгрессией, охватившей Североамериканскую, Сибирскую и частично Русскую платформы, а также и опустившиеся области только что возникших таконских складок.

К концу верхнего силура складкообразовательные движения вновь вспыхивают с колоссальной силой.

В этой новой вспышке можно выделить две главнейшие фазы: арденнскую (между лудлоу и даунтоном) и самую мощную эрийскую — после даунтона.

Результатом каледонского орогенеза явилось возникновение грандиозных горных сооружений в каледонской геосинклинали, спаявших Канадский и Балтийский щиты, вместе с прилегающими к ним платформами, в огромный единый материк, получивший название Эрия.

Возникли каледонские складчатые образования и в широтно расположенной части Урало-Тянь-Шаньской геосинклинали (Алтай-Салаир-Саяны) и в ряде других мест. Высоко поднялся громадный массив Сибирской платформы.

Таким образом, структуры земной коры, а также, следовательно, и рельеф земной поверхности, значительно изменились (рис. 9).

Обновление рельефа не могло не повлечь за собой довольно резкой смены климата и вообще условий обитания на суше и в морских бассейнах.

Естественно, что не все представители органического мира сумели приспособиться к новой среде, к новым условиям существования. Поэтому к началу следующего — девонского периода — наблюдается значительное обеднение органического мира, особенно сказавшееся на фауне.

5. Девон

а) *Расчленение* девона ограничено в настоящем руководстве отделами и ярусами. Более дробное деление носит характер местных стратиграфических схем. Приводим общепринятое деление девона на отделы и ярусы (табл. 11).



Рис. 9. Схема структурных элементов земной коры после каледонского орогенеза.

б) *Органический мир*. Органический мир девона, будучи в целом близким к силуру, все же довольно определенно отличается от него. Он характеризуется значительным обеднением фауны беспозвоночных животных, по сравнению с предыдущим силурийским периодом. Ведущая роль принадлежит здесь уже иным группам животных, а именно брахиоподам, гониатитам и рыбам.

Таблица 11

Отделы	Ярусы	Руководящие ископаемые
D_3	Фаменский Франский	<i>Rhynchonella cuboides</i> , <i>Oxyclymenia undulata</i> , <i>Spirifer disjunctus</i> , <i>Sp. archiaci</i> , <i>Timanites</i>
D_2	Живетский Эйфельский	<i>Stringocephalus burtini</i> , <i>Calceola sandalina</i>
D_1	Кобленцкий Жединский	<i>Karpinskya conjugula</i> , <i>Spirifer mercurii</i> , <i>Sp. paradoxus</i>

Целый ряд фаунистических групп, а также и отдельных родов, либо вовсе исчезает, либо теряет свое значение. Так, совершенно отходят на задний план цистоидеи, наутилоидеи и трилобиты, вымирают все граптолиты, за исключением рода *Dictyonema*, который продолжает существовать до ниже-каменноугольного времени.

Флора девона продолжает прогрессивное развитие. Первая половина девона характеризуется расцветом псилофитовой флоры (*Orestovia*, *Asteroxylon*), которая уже значительно более разнообразна и многочисленна, чем в силуре. С середины девона наблюдается появление первых, еще примитивных представителей будущей каменноугольной флоры. Появляются плауны, хвощи и папоротники. Из последних широко распространен род *Archaeopteris*. Нередко поэтому флору второй половины девона называют археоптерисовой.

Водная флора девонского периода представлена теми же группами водорослей, что и в силуре и особых отличий от них не наблюдается, хотя и появляются некоторые новые элементы, как например, пресноводные харовые водоросли (*Trochiliscus*).

Остановимся теперь несколько подробнее на рассмотрении фауны.

Простейшие. Простейшие организмы девона это большей частью мелкие планктонные фораминиферы, не имеющие существенного стратиграфического значения.

Однако радиолярии становятся здесь весьма многочисленными, и мелкие кремневые скелеты их часто встречаются в довольно

будучи
но отли-
днением
ыдущим
есь уже
титам и

больших количествах в различных кремнистых породах девона: кремнистых сланцах, яшмах и радиоляритах.

Губки. К девону относятся первые находки известковых губок (*Calcispongia*, или *Calcareia*). Однако роль губок в девоне вообще незначительна.

ица 11

Грантолиты, достигавшие большого развития в силуре, в девоне почти полностью вымирают. Здесь встречается всего лишь один род *Dictyonema*, не имеющий существенного стратиграфического значения.

Кишечнополостные. Многочисленны одиночные четырехлучевые кораллы, дающие важные руководящие виды. В среднем девоне такой хорошей руководящей формой является *Calceola sandalina*, отличающаяся своеобразной формой, наподобие носка туфельки. Такой внешний облик этого коралла обусловлен его образом жизни. *Calceola sandalina* не прикрепляется основанием, как большинство одиночных кораллов, а свободно лежит на поверхности дна на одной из сторон, которая поэтому уплощена.

Встречаются также в большом количестве и колониальные формы. Широко распространены табуляты. Особенно часто встречается род *Favosites*, дающий несколько руководящих видов и вымирающий в конце девона.

Иглокожие. Цистоидеи уже резко сокращаются в количестве. Как бы на смену им развиваются бластоидеи. Часты морские лилии, среди которых есть роды, свойственные исключительно девону. Таков, например, род *Cypressocrinus*. Морские ежи еще очень редки.

Брахиоподы. Брахиоподы являются важнейшей группой по разнообразию, многочисленности и стратиграфическому значению. Широкого распространения достигают брахиоподы со спиральными ручными поддержками. Сильно развиты *Spiriferidae*, *Atrypidae*, очень распространены *Rhynchonellidae*, дающие ряд важных руководящих видов. Встречаются и такие роды, которые развиты только в девоне, как например *Stringocephalus*, *Karpinskya*. В конце девона появляется род *Productella*, являющийся предком верхнепалеозойского рода *Productus*, а также и род *Strophalosia*, максимум развития которого наблюдается уже в пермское время.

Мшанки. Мшанки более многочисленны, чем в силуре и иногда служат рифообразующими организмами.

Черви. Встречаются следы ползания и ходы червей.

Моллюски. Пластинчатожаберные и брюхоногие моллюски не имеют особого значения. Главнейшая же роль принадлежит головоногим моллюскам — гониатитам. Это моллюски, обладающие спирально свернутыми раковинами, часто уже с сильно усложненной лопастной линией. Гониатиты весьма разнообразны и многочисленны во всех отделах девона и, наряду с брахиоподами, имеют большое стратиграфическое значение. В фаменский век

появляется своеобразное семейство *Clymeniidae*. Это специализированная группа с сифоном, приближенным к внутренней стороне раковины, и с длинными, направленными назад сифонными дудками. В связи с перемещением сифона к спинной стороне меняется и характер лопастной линии: вместо наружной лопасти развито наружное седло.

Членистоногие. Роль трилобитов становится менее значительной, чем в силуре. Здесь продолжают существовать трилобиты третьей трилобитовой фауны (*Phacopidae*), но из них сохраняется всего лишь 11 родов, большинство которых к концу девона исчезает. Расцвета достигают гигантостраки, представленные многочисленными и достигающими крупных размеров эвриптеридами.

Позвоночные.

Рыбы. Девонские отложения изобилуют рыбными остатками. Последние принадлежат главным образом двоякодышащим, кистеперым и панцирным. Большинство рыб девонского периода населяло, повидимому, пресноводные или солоноватоводные бассейны.

Обилие рыбных остатков дало основание назвать девонский период „веком рыб“.

Повидимому, в девоне впервые появляются и наземные позвоночные — амфибии. В девонских отложениях найдены отпечатки следов и кости стегоцефалов.

в) Руководящие ископаемые

Favosites goldfussi D'Orbigny

(Кобленцкий ярус нижнего девона — средний девон) Табл. VII, рис. 1а, б

Очень близок к *Favosites gothlandicus*, но отличается более толстыми слитными стенками. Имеет пластинчатые шипы, располагающиеся над порами. Развивается в форме полушаровидных колоний.

Karpinskya conjugula Tschernyschew

(Нижний девон) Табл. X, рис. 4а, б, в, г

Раковина вытянута по длине, со слабо выпуклой брюшной и сильно вздутой спинной створками, сжатая с боков.

Макушка брюшной створки очень слабо загнута над непрямым замочным краем и снабжена круглым фораменом. Скульптура состоит из крупных радиальных ребер, дихотомирующих близ лобного и боковых краев раковины.

Pentamerus (Conchidium) vogulicus Verneuil

(Нижний девон) Табл. VII, рис. 2

Раковина большая, вытянутая в высоту и сдавленная с боков. Наибольшая ширина около середины, ближе к лобному краю.

Брюшная створка сильно и равномерно выпуклая и значительно превосходит по размерам спинную. Макушка брюшной створки сильно выдается вперед. Средняя перегородка и зубные пластинки, образующие спондилей, сильно развиты. Ареи нет. Синуса и седла нет. Скульптура состоит из сближенных и узких, но высоких продольных ребер, несколько увеличивающихся в числе к лобному краю.

Anarcestes plebejus Barrande

(Нижний и средний девон) Табл. X, рис. 5а, б

Раковина толстая. Обороты весьма объемлющие с глубоким и широким ступенчатым пупком, в котором видны все предыдущие обороты. Сечение оборотов серповидное с широкой округленной наружной стороной. Жилая камера $\frac{2}{3}$ оборота. Скульптура состоит из весьма тонких волнистых линий нарастания. Лопастная линия простая (по одному боковому седлу). Боковая лопасть весьма пологая.

Stromatopora concentrica Goldfuss

(Средний и верхний девон) Табл. VII, рис. 6

Скелет состоит из последовательных концентрических слоев 2—3 мм толщиной, отмечающих периодические перерывы в процессе роста. Каждый слой состоит из пластинок, образовавшихся слиянием радиальных столбиков и их соединительных отростков, пронизанных каналами. Различимы зооидные трубки неправильной и извилистой формы, с умеренным количеством днищ.

„Cyathophyllum“ ceratites Goldfuss

(Средний и верхний девон) Табл. VII, рис. 4а, б, в

Одиночные, редко сложные (2—3 индивида) кораллы, по форме рогообразные или же приближающиеся к цилиндру. Днища правильные; расстояние между ними равно $\frac{1}{2}$ или $\frac{1}{3}$ поперечного сечения.

Септы неравномерно развиты и обыкновенно подразделяются на первичные, доходящие до центра, и септы — второго порядка длиной, равной $\frac{1}{2} — \frac{1}{3}$ первых. Всего их насчитывается 60. Септальных углублений обыкновенно насчитывается одно, реже два-три.

„Cyathophyllum“ caespitosum Goldfuss

(Средний девон) Табл. VII, рис. 5а, б

Полипняк кустообразный. Отдельные кораллиты идут в полипняке раздельно, или соприкасаясь между собою; поперечное сече-

ние их круглое, в 5—12 мм диаметром. Наружная поверхность кораллитов покрыта продольными плоскими ребрышками. Септы в числе 40—50 распадаются на два цикла; септы одного цикла доходят до центра, септы другого значительно короче. Периферическая часть в кораллите занята эндотекальными пузырьками, расположенными в три и более рядов, средняя часть занята днищами неправильной формы.

Calceola sandalina Lamarck

(Средний девон) Табл. VIII, рис. 5

Форма чашечки полуконическая, несколько изогнутая наподобие туфли с почти плоской стенкой. Чашечка глубокая, достигает нижнего конца кораллита. Крышечка поперечно-овальная. Она прикрепляется к чашечке короткими зубовидными отростками, входящими в соответственные углубления между зачаточными септами. Внутренний скелет не развит. Септы лишь в виде слабых продольных ребер. Главная и противоположная септы более сильно развиты.

Rhynchonella (Camarotoechia) nympha Barrande

(Средний девон, эйфельский ярус) Табл. X, рис. 2а, б, в

Раковина небольшая, вздутая, с правильными острыми большими складками. Число складок 16. Макушка небольшая, загнутая. По обеим сторонам ее располагаются резко выраженные луночки. Язычок синуса высокий дугообразный.

Atrypa reticularis Linné

(Средний девон) Табл. VIII, рис. 7а, б, в

Раковина с равномерно выпуклыми створками в ранних стадиях индивидуального развития; у взрослых индивидов брюшная створка становится почти плоской, спинная сильно выпуклой. На брюшной створке близ переднего края иногда развивается широкая синусообразная вдавленность. Замочный край слабо изогнутый. Макушка брюшной створки загнутая. Скульптура состоит из радиальных ребер, пересекаемых концентрическими знаками роста. Количество и толщина ребер сильно варьируют.

Stringocephalus burtini DeFrance

(Средний девон) Табл. X, рис. 6

Очертание поперечно-овальное, в макушечной части треугольное. Наибольшая ширина посредине спинной створки. Обе створки равномерно вздуты, причем брюшная значительно больше.

Макушка брюшной створки загнута на 90° над треугольным дельтирием. Лобный край без синуса. Поверхность раковины гладкая.

Cyrtina heteroclita DeFrance

(Средний и верхний девон) Табл. X, рис. 3

Раковина субпирамидальной внешней формы. Брюшная створка сильно выпуклая, с очень высокой треугольной прямой ареей. Узкий дельтирий закрыт выпуклым псевдодельтидием. В брюшной створке спондилей, образованный срастанием зубных пластинок и срединной септы. Седло и синус хорошо развиты; по обе стороны седла и синуса располагаются крупные радиальные складки в количестве 4—5 штук. Строение вещества раковины точечное.

Pentamerus (Conchidium) baschkiricus Verneuil

(Средний девон) Табл. IX, рис. 1а, б

Крупная двояковыпуклая раковина округленно-треугольного очертания, расширяющаяся к переднему краю. Замочный край не прямой. Макушка брюшной створки клювообразно загнута; под макушкой треугольное отверстие. Седло и синус неразвиты. В брюшной створке имеется спондилей; септа высокая и короткая, дугообразно вырезанная на переднем конце. По септе раковина легко раскалывается. Поверхность обеих створок покрыта многочисленными довольно тонкими округленными радиальными ребрами.

Spirifer chechiel Koninck

(Средний девон) Табл. VIII, рис. 6а, б

Раковина сильно развита по ширине, полуэллиптического или трапецеидального очертания. Вдоль замочного края, составляющего наибольшую ширину раковины, развита на брюшной створке ареея, имеющая характер треугольника, сильно вытянутого по основанию; иногда края арееи почти параллельны. Дельтирий закрыт выпуклым псевдодельтидием. Седло и синус сильно развиты и ясно ограничены. На боковых частях створок располагаются крупные, плоскоокругленные радиальные складки в количестве от 6 до 10 штук по каждую сторону седла и синуса. Кроме того, вся поверхность створок покрыта густыми знаками роста в виде концентрических пластинок. На свободном крае каждой такой пластинки располагаются мелкие радиально ориентированные шипики или сосочки; сохраняются они крайне редко, обычно же следы этих тонких элементов скульптуры создают картину тончайшей радиальной струйчатости, пересекающей знаки роста.

Spirifer martianovi Stuckenberg

(Средний девон) Табл. IX, рис. 3а, б

Раковина развита по ширине, с длинным прямым замочным краем, составляющим наибольшую ширину раковины. Брюшная створка сильно выпуклая, с высокой треугольной ареей, которая разделена открытым дельтирием. Синус глубокий с округленным дном, резко ограниченным лежащими по его сторонам складками. Седло спинной створки хорошо развито, высокое, с округленным гребнем, вдоль которого проходит слабая продольная бороздка. Скульптура состоит из многочисленных радиальных ребер, покрывающих боковые части створок, но не заходящих в синус и на седло. Тонкая радиальная струйчатость покрывает всю поверхность створок.

Orthotetes (Schuchertella) umbraculum Schlotheim

(Средний девон) Табл. XI, рис. 6

Раковина достигает значительных размеров и обладает полукруглыми или полуэллиптическими очертаниями. Замочный край прямой, длинный. Кардинальные углы субпрямоугольные. Брюшная створка плоская или слегка вогнутая, за исключением промежуточной части, которая является выпуклой. Арея брюшной створки сильно развита, треугольная, прямая. Дельтирий закрыт выпуклым псевдодельтириумом. В брюшной створке имеются хорошо развитые, расходящиеся зубные пластины. Спинная створка значительно и равномерно выпуклая. Поверхность раковины покрыта тонкими радиальными ребрами, которые увеличиваются в числе путем вставления. При хорошей сохранности можно наблюдать пересечение радиальных ребер тонкими концентрическими линиями.

Phacops latifrons Bronn

(Средний девон) Табл. VIII, рис. 2а, б

Очертание головного щита трапециoidalное до полукруглого в передней части, с заметной вогнутостью в затылочной части и оттянутыми назад щечными углами. Глабель спускается довольно постепенно к лобному краю. Шовная линия направляется к боковым углам, огибая глазные конусы, которые имеют полуэллиптическое очертание и вытянуты в длину.

Брюшной щит из 11 сегментов. Глабель украшена грубыми, до 2 мм, сближенными бугорками различной формы, оставляющими лишь узкие промежутки, причем в передней части эти бугорки исчезают, заменяясь террасовидными линиями. На затылочном кольце посередине имеется продолговатое возвышение и два крупных бугорка по бокам.

Thamnopora cervicornis (Blainville)

(Средний и верхний девон) Табл. VII, рис. 3а, б, в

Колония кустистая. Кораллиты равновеликие с диагональю 1,6—2,5 мм. На 1 см² их приходится 28—29. Кораллиты, плавно изгибаясь, подходят к поверхности под прямым углом. Поры однорядные, в утолщенной периферической части стенок, принимающие вид извилистых ходов.

Потолочки многочисленные, поперечные, прямые или изогнутые, иногда неполные и сильно наклоненные. Расстояние между потолочками 0,1—1,5 мм. Шипы длинные, но немногочисленные. Расположены они обычно вертикальными рядами.

Alveolites suborbicularis Lamarck

(Живетский ярус среднего девона — верхний девон) Табл. VIII, рис. 1а, б

Колония массивная, неправильной, разнообразной, часто пластинчатой и инкрустирующей формы из концентрически налегающих слоев и с морщинистой эпитекой.

Кораллиты очень косые, сжатые, с субтреугольным сечением, с длинной выпуклой и двумя короткими вогнутыми (или иногда прямыми) сторонами. Впрочем, эта форма сечения сильно варьирует. Длинный диаметр ячеек 0,5—0,8 мм и поперечный около 0,4 мм. Поры сравнительно редкие: их насчитывается около 10 на 5 мм, а потолочков — около 20 на 5 мм.

Hexagonaria hexagonum (Goldfuss)

(Живетский ярус среднего девона — франский ярус верхнего девона)
Табл. VII, рис. 7

Колониальные массивные полипняки с узкими, но правильными днищами. Перегородки иногда посередине утолщаются и имеют в поперечном разрезе форму веретена.

Productella subaculeata Murchison

(Средний и верхний девон) Табл. XI, рис. 2а, б

Раковина полукруглого очертания, с выпуклой брюшной и вогнутой спинной створками. Замочный край длинный, прямой. Кардинальные углы субпрямоугольные. На брюшной створке имеется арка. Макушка брюшной створки загнутая. Скульптура состоит из немногочисленных туберкул, представляющих собою основание шипов, и разбросанных беспорядочно на поверхности брюшной створки.

Spirifer (Theodossia) anosofi Verneuil

(Средний и верхний девон) Табл. VIII, рис. 3а, б

Раковина двояковыпуклая, округленного очертания, слегка развитая по ширине. Замочный край прямой, значительно короче наибольшей ширины раковины. Арея брюшной створки умеренно развитая, треугольная, вогнутая; дельтирий открытый. На брюшной створке неглубокий округленный, не резко обособленный от боковых частей створки синус; на спинной створке округленное невысокое седло. Вся поверхность створок покрыта многочисленными тонкими радиальными ребрами.

Anathyris phalaena Phillips

(Главным образом верхний девон) Табл. VIII, рис. 4а, б

Раковина сильно вытянута по ширине, крылатая, с длинным прямым замочным краем, вдоль которого на брюшной створке развивается очень невысокая арея с параллельными краями. Загнутая макушка брюшной створки снабжена круглым фораменом. На брюшной створке располагается хорошо развитый, начинающийся от макушки и сильно расширяющийся к переднему краю, синус. На спинной створке ему соответствует широкое седло, сильно расчлененное глубокой продольной вдавленностью, благодаря чему создается впечатление, что и на спинной створке располагается синус. Вся поверхность створок покрыта густыми пластинчатыми знаками роста.

Spirifer (Cyrtospirifer) verneuili Murchison

(Верхний девон) Табл. IX, рис. 4а, б

Раковина развита по ширине, субтрапецеоидального очертания; замочный край длинный, прямой, образующий острые ушки. Арея брюшной створки достаточно высокая, треугольная, вогнутая, с широким треугольным открытым дельтирием. Седло и синус нормально развиты. Вся поверхность обеих створок покрыта многочисленными радиальными ребрами. На седле и в синусе ребра более тонкие и нередко дихотомируют, тогда как на боковых частях створок ребра более грубые и всегда простые. При хорошей сохранности наблюдается тонкая радиальная струйчатость, покрывающая ребра и промежутки между ними.

Spirifer (Cyrtospirifer) archiaci Murchison

(Верхний девон) Табл. XI, рис. 7а, б

Раковина развита по ширине, с небольшими ушками, с длинным прямым замочным краем. Брюшная створка выпуклая, значительно больше, чем спинная. Арея брюшной створки высо-

кая, треугольная, вогнутая, с открытым дельтирием. Седло и синус нормально развиты. Скульптура такая же, как и предыдущего вида.

Spirifer (Cyrtospirifer) disjunctus Sowerby

(Верхний девон) Табл. IX, рис. 2а, б, в

Раковина трапецеидального очертания. Наибольшая ширина у замочного края, причем ушки вытянуты в остроконечия. Брюшная створка выпуклая, спинная более плоская. Макушка небольшая, треугольная, загнутая. Арея брюшной створки неширокая, с почти параллельными краями, во всю длину замочного края и с треугольным отверстием. Синус брюшной створки глубокий, седло спинной створки плоское. Ребра тонкие, многочисленные, прямые (до 10 на синусе и до 25 на боковых частях).

Spirifer (Cyrtospirifer) tentaculum Verneuil

(Верхний девон) Табл. X, рис. 7а, б

Раковина неравносторонняя. Наибольшая ширина отвечает замочному краю. Брюшная створка высокая, заостряющаяся к вершине; в вертикальном разрезе имеющая вид треугольника. Спинная створка слабо выпукла. Арея высокая, треугольная, совершенно прямая; в середине ее большое треугольное отверстие. Синус довольно глубокий, начинается от вершины, к переднему краю расширяется. Седло спинной створки слабо выпукло, отделено от боков раковины двумя бороздками.

Скульптура состоит из плоскоокругленных ребер. Последние очень тонки по бокам раковины, к синусу значительно расширяются; самые широкие лежат на выпуклинах, ограничивающих синус. В синусе ребра тонкие, дихотомически разветвляющиеся. На некоторых экземплярах волнистые концентрические знаки нарастания выражены очень резко.

Rhynchonella (Ladogia) meyendorfi Verneuil

(Верхний девон) Табл. VIII, рис. 8

Форма раковины тетраэдрическая, очертание треугольное. Брюшная створка у взрослых экземпляров вогнутая вблизи лобного края, спинная сильно вздутая. Синус широкий округленный, захватывающий всю ширину брюшной створки, соответствует широкому же и двускатному седлу спинной. Раковина несет тонкие и густо расположенные радиальные струйки и концентрические линии нарастания.

Rhynchonella (Hypothyridina) cuboides Sowerby

(Верхний девон) Табл. IX, рис. 5а, б

Раковина субкубической формы с непрямым замочным краем. Наибольшая ширина раковины находится посередине. Брюшная

створка почти плоская, спинная вздутая. На брюшной створке располагается широкий плоский синус, образующий на переднем крае высокий язычок округленно-прямоугольного очертания. Вся поверхность створок покрыта многочисленными плоско-округленными радиальными ребрами.

Rhynchonella (Camarotoechia) livonica Buch

(Верхний девон) Табл. XI, рис. 3а, б

Очертание округленно-треугольное. Наибольшая ширина в лобной части раковины. Спинная створка более выпуклая, чем довольно плоская брюшная. Плоский и широкий синус брюшной створки и сильно приподнятое седло спинной. Радиальные складки острые, несимметричного треугольного сечения, менее резкие к бокам и макушке (8—10), но более выраженные на седле (4—5), где вершина их наклонена от обеих сторон к середине.

Timanites acutus Keyserling

(Верхний девон) Табл. XI, рис. 1а, б

Линзообразная раковина с инволютным завиванием и острым режущим наружным краем оборотов. Поверхность раковины покрыта тонкими линиями нарастания. Лопастная линия состоит из широко округленных седел и узких острых лопастей.

Tornoceras simplex Buch

(Верхний девон) Табл. XI, рис. 4а, б, в

Раковина толстая, линзообразная. Обороты весьма объемлющие, пупок узкий. Очертание высоких оборотов на наружной стороне округленное. К пупковому краю обороты постепенно расширяются. Жилая камера около одного оборота. Поверхность несет весьма слабые линии нарастания. Лопастная линия (из двух пар седел) варьирует, причем наружное седло бывает то более высоким, то более низким. Боковая лопасть полукруглая и глубокая.

Manticoceras (Gephyroceras) intumescens Beyrich

(Верхний девон) Табл. X, рис. 1а, б

Умеренно выпуклая раковина с узким пупком. Сечение оборотов овальное с округленным наружным краем. Поверхность покрыта тонкими линиями роста. Лопастная линия: глубокая наружная лопасть разделена вторичным седлом; боковое седло широкое, округленное. Боковая лопасть очень узкая и острая, расположенная близ самого пупка.

Clymenia (Oxyclymenia) undulata Münster

(Верхний девон) Табл. XI, рис. 5

Плоская дискоидальная раковина с совершенно овальным завиванием. Сечение оборотов округленно-трапециoidalное. По-

верхность раковины несет тонкие поперечные линии нарастания.

Лопастная линия: широкое наружное седло под острым углом сопрягается с острой, асимметричной боковой лопастью.

г) Разрезы

Девон Прибалтийских районов СССР

На размытой поверхности нижнего силура залегает нижняя красноцветная толща:

D₂. Нижняя красноцветная толща

1. *Перновские слои*. Крупнозернистые желтоватые песчаники с трохилисками. Мощность 0—3 м.

2. *Наровские слои*. Лежат трансгрессивно на *S* и на перновских слоях. В основании конгломерат с галькой кварца и известняков *S₁*. Мощность 0,1—0,3 м. Выше доломитизированные мергели, известковистые глины, песчаники с фауной рыб и остракод и с псевдоморфозами по каменной соли. Мощность 20—30 м.

3. *Лужские и ордежские слои*. Косослоистые мелкозернистые кварцевые пески и пестрые рыхлые песчаники с остатками рыб. Мощность 250 м.

4. *Подснетогорские слои*. Белые кварцевые пески и зеленые глины с фауной рыб. Мощность 6 м.

D₃. Карбонатная толща

5. *Снетогорские слои*. На западе карбонатные, на северо-востоке глинисто-песчаные толщи. Встречаются рыбы (редко), развиты спирифериды, водоросли. Породы богаты магниезией (начало трансгрессии). Мощность 7,5 м.

6. *Псковские слои*. Доломитизированные известняки и доломиты с прослоями зеленой глины с водорослями и с фауной брахиопод, пелеципод и рыб. Мощность 25 м.

7. *Чудовские слои*. Слабо доломитизированные и слабо глинистые известняки. Фауны мало, часты спирифериды. Мощность 6—8 м.

8. *Шелонские слои*. Внизу глины с фауной (эвригалинная) и гипсы; выше известняки с брахиоподами (регрессия). Мощность 13,5 м.

9. *Свинордские слои*. Чередование известняков, мергелей и пестроцветных глин с остатками флоры и фауны — спирифериды, *Atrypa*, пелециподы и гастроподы (трансгрессия). Мощность 7 м.

10. *Ильменские слои*. Глины на юго-западе с известняковыми прослоями, а на северо-востоке песчаные. Очень много фауны, главным образом спирифериды (регрессия). Мощность 20 м.

11. *Бурегские слои*. Известняки и доломиты. В известняках фауна брахиопод *Spirifer*, *Productus*, *Atrypa* и четырехлучевые кораллы (трансгрессия). Мощность 9 м.

D₃. Верхняя красноцветная толща

Пестроцветные глины, пески и песчаники с фауной двоякодышащих, кистеперых и панцирных рыб. Мощность 200 м.

Девон восточного склона Северного Урала

Нижняя часть D_1 сложена известняками, песчаниками и сланцами с *Karpinskya consuelo*. Мощность 0—900 м.

Верхняя часть D_1 отсутствует.

D_2^1 . *Эйфельский ярус*. Битуминозные известняки со спириферами, бокситы и андезито-базальтовые порфириды и их туфы.

D_2^2 . *Живетский ярус*. Известняки со *Stringocephalus burtini*, глинистые сланцы, андезитовые и андезито-базальтовые порфириды и их туфы. Мощность D_2 2500 м.

D_3^1 . *Франский ярус*. Туфогенные сланцы и песчаники, известняки с гониатитами и *Rhynchonella cuboides*.

D_3^2 . *Фаменский ярус*. Известково-туфогенные сланцы и песчаники с *Clutenia*. Мощность D_3 1000 м.

Девон Уэльса (Шотландия)

Мощная толща до 6000 м, песчаников и песков, преимущественно красной окраски, часто косослоистых, с остатками рыб. Встречается наземная флора, рако-скорпионы, иногда брахиоподы.

6. Карбон

а) *Расчленение* карбона неоднородное в СССР, Европе и США. Кроме того, различается стратиграфия каменноугольных отложений морских и континентальных (табл. 12).

б) *Органический мир* каменноугольного и следующего за ним пермского периодов имеет много общих черт, что дает повод некоторым исследователям для объединения обоих периодов в один антраколитовый период. Однако наряду с общими чертами имеется и ряд существенных различий. Резко отличается друг от друга облик флоры и фауны карбона и второй половины перми. Существуют значительные изменения в палеогеографии

обоих периодов. Все эти соображения заставляют нас рассматривать каждый период отдельно.

Таблица 12

Русское деление				Европей- ское деление, отделы и индексы	Руководящие ископаемые
Индексы	Отделы	Ярусы			
		морские фации	континен- тальные фации		
C ₃	Верхний	Гжель- ский	Стефан- ский	Верх- ний C ₂	<i>Productus cora</i> , <i>Fusulina ver- neuili</i> , <i>Schwagerina moelleri</i>
C ₂	Средний	Москов- ский, Башкир- ский	Вест- фальский		<i>Spirifer mosquensis</i> , <i>Produc- tus semireticulatus</i> , <i>Poteriocri- nus multiplex</i> , <i>Fusulinella bocki</i>
C ₁	Нижний	Намюр, Визе, Турне		Нижний C ₁	<i>Gigantella gigantea</i> , <i>Produc- tus striatus</i> , <i>Pr. mesolobus</i> , <i>Spirifer tornacensis</i>

Растительный мир каменноугольного периода отличается большим богатством. Наземная флора в это время уже захватывает огромные площади на поверхности континентов. Наиболее низменные участки их покрыты густыми лесами. Громадное количество скопляющихся там растительных остатков дает промышленные угольные залежи, которыми так богаты отложения карбона.

Каменноугольный период является временем расцвета папоротникообразных растений, к которым принадлежат здесь плауны, хвощи и папоротники.

В каменноугольное время появляется и первая типично палеозойская группа голосеменных растений — кордаиты, а также группа семенных папоротникообразных (*Pteridospermales*). Плауны каменноугольного периода принадлежат к вымершей группе лепидофитов. Это крупные древовидные формы, стволы которых достигали до 30 м высоты и до 2 м в диаметре. Лепидофиты появляются в конце девона, в середине каменноугольного периода достигают расцвета и к началу перми большинство их вымирает. Наиболее широко распространены такие роды как *Lepidodendron* с ромбическими листовыми подушками и *Sigillaria* с круглыми или многоугольными листовыми рубцами. Корневые выросты этих лепидофитов описывались как *Stigmara*. Хвощи также были представлены крупными формами. Широко распространен в каменноугольных слоях род *Calamites*. Листья каламитов, часто находимые отдельно от стволов, получили название *Annularia*. Нередки близкие к хвощам клинолисты (*Sphenophyllum*). Широко распространены древовидные папоротники и птеридоспермы (*Pecopteris*, *Neuropteris*, *Alethopteris*).

Наконец, весьма многочисленны типично палеозойские голо-
семенные — кордаиты.

Нижекаменноугольная растительность отличается большим
однообразием, но уже начиная со среднего карбона, впервые
в истории Земли, оказывается возможным выделить фитогеогра-
фические провинции. А. Н. Криштофович выделяет три такие
провинции: „1) Северная область тунгусской флоры, обни-
мавшая Европу и Азию...; 2) тропическая область (юг Европы
и Азии) и 3) южная область гондванской флоры (южная Африка,
Южная Америка, Австралия)“.

Флора тропического пояса характеризовалась развитием хвощей
и лепидофитов, тогда как в обоих умеренных поясах преобладали
кордаиты (с годичными кольцами) и папоротники, среди которых
широко развились роды *Glossopteris* и *Gangamopteris*. По имени
этих папоротников флора умеренных поясов получила название
глоссоптериевой.

Обилие растительных остатков в карбоне позволяет дать
не только общую характеристику растительности того времени, но
и проследить ее развитие и пространственное распространение.

Простейшие, среди которых многочисленны и планктонные
и бентонные организмы, впервые начинают играть весьма сущест-
венную роль. Карбон — время расцвета бентонных фораминифер,
главным образом относящихся к семейству фузулинид (*Fusulina*,
Schwagerina). Крупные веретенообразные или сферические рако-
вины этих фораминифер слагали тогда мощные толщи известняков.
Все они служат важнейшими руководящими ископаемыми, на
которых нередко основывается стратиграфия каменноугольных
отложений.

Губки не характерны.

Кишечнополостные представлены главным образом четырех-
лучевыми кораллами и табулятами, встречаются еще редкие
строматопоры. Среди четырехлучевых кораллов, кроме одиночных
(*Caninia*), встречается большое количество колониальных форм:
Lithostrotion, *Lonsdaleia*.

Табуляты встречаются уже не так часто, как в девоне. Наибо-
лее широко распространены *Syringopora* и *Chaetetes*. Среди
граптолитов известны в нижнем карбоне последние диктионемы.

Иглокожие. Среди иглокожих характерно развитие группы
бластоидей, достигающих в карбоне расцвета (*Pentremites*).
Многочисленны и разнообразны палеозойские морские лилии
(*Camerata*) — *Poteriocrinus*, *Actinocrinus* и др.

В большом количестве встречаются древние правильные мор-
ские ежи. Одним из широко распространенных представителей
этих подвижных иглокожих является верхнепалеозойский род
Archaeocidaris.

Мшанки. Начинают играть заметную роль мшанки. Некоторые
семейства их оказываются рифообразующими (*Fenestellidae*).

Характерны и такие своеобразные, имеющие форму винта, колонии мшанок, как *Archimedes*.

Брахиподы. Брахиоподы каменноугольного периода очень многочисленны, но однообразны по родовому составу. Характернейшей чертой этого периода является исключительное развитие семейства продуктид, особенно же самого рода *Productus*. Этот род встречается в очень большом видовом разнообразии и служит одной из важнейших руководящих форм.

Не менее часты и разнообразны и спирифериды, также много дающие для расчленения каменноугольных толщ.

Моллюски. Как и в предшествующие два периода, наибольшее значение в фауне моллюсков имеют головоногие, а именно гониатиты. Они представлены здесь многими семействами и нередко имеют сильно усложненную лопастную линию. Встречаются уже формы переходные от гониатитов к цератитам (*Pronorites*). Кроме гладких и слабо струйчатых, здесь встречаются и довольно сильно скульптурованные раковины.

Наутилиды, которые играют в карбоне незначительную роль, также представлены скульптурованными формами.

Пластинчатожаберные становятся многочисленнее, появляются такие роды, как *Pseudomonotis*, *Modiola*, *Posidonomya*, *Pinna*, *Lucina*.

В солоноватоводных бассейнах появляются первые антракозиды. Таким образом, каменноугольный период характеризуется появлением первых гетеродонтных пластинчатожаберных моллюсков.

Среди гастропод многочисленны представители типично палеозойских родов *Bellerophon*, *Euomphalus*, *Omphalotrochus*.

Членистоногие. Исчезают постепенно последние представители важнейших водных членистоногих палеозоя — трилобитов и гигантострак. Из трилобитов здесь встречаются еще два-три рода (*Phillipsia* и др.), вымирающие окончательно в нижней перми.

Фауна членистоногих понемногу сосредоточивается на суше. В каменноугольных отложениях уже встречается обилие остатков насекомых, нередко достигавших грандиозных размеров — до 70 см в размахе крыльев (стрекозы).

Позвоночные. Развиваются быстрыми темпами. Значительно разнообразнее становятся рыбы; сильно увеличивается количество и разнообразие акул; совершенно исчезают панцырные рыбы.

К каменноугольному периоду относятся уже многочисленные находки стегоцефалов, а также первые достоверные находки еще редких рептилий.

в) Руководящие ископаемые

Syringopora reticulata Goldfuss

(Карбон) Табл. XII, рис. 3а, б

Полипняк сложный, кустообразный. Ячейки цилиндрические, несколько изогнутые, расположены параллельно и соединены

короткими поперечными трубочками. Диаметр ячеек равен обычно 1,5 мм, но иногда меняется от 1,25 до 2 мм. Расстояние между отдельными ячейками от 1 до 4 мм. Диаметр соединительных трубочек колеблется в пределах от 0,25 до 1,5 мм. Потолочки воронкообразные. Наружная поверхность ячеек обнаруживает поперечные кольцевые вздутия и перетяжки.

Bellerophon bicarenius Levelier

(Карбон) Табл. XIII, рис. 5а, б

Шаровидная раковина с сильно объемлющими оборотами и узким двусторонним пупком. Устье округленное. Наружная губа острая, снабженная вырезом, образующим на оборотах явственную мантийную полосу, ограниченную с обеих сторон килеобразными валиками. Наружная поверхность покрыта знаками нарастания.

Lithostrotion rossicum Stuckenberg

(Нижний карбон; верхний визе и намюр) Табл. XII, рис. 1а, б, в, г

Кустообразные колонии, состоящие из цилиндрических кораллитов. Диаметр кораллитов 3,5—4,5 мм. Число септ в зависимости от диаметра от 18 + 18 до 20 + 20. Большие септы доходят до центра или же до кольцевого пересечения днища. Малые септы в своем распространении ограничены периферической пузырьчатой зоной. Периферическая зона состоит из одного ряда пузырьков. Днища приподняты к столбику и часто расположены.

Lonsdaleia floriformis Martin

(Нижний карбон; верхний визе и намюр) Табл. XII, рис. 4

Массивная колония состоит из призматических кораллитов 10—15 мм диаметром; у некоторых разновидностей до 35 мм. Периферическая зона заполнена крупными плоскими пузырьками, не пересекается септами. Число больших септ, в среднем 24, зависит от диаметра. Малые септы развиты слабо, иногда отсутствуют. Днища в промежуточной зоне горизонтальны. Центральную зону занимает сложно построенный столбик.

Syringothyris cuspidata Martin

(Нижний карбон) Табл. XV, рис. 3

Крупная, сильно неравностворчатая раковина субпирамидального габитуса; замочный край отвечает наибольшей ширине раковины.

Брюшная створка обладает высокой, треугольной, прямой ареей с широким открытым дельтирием; ареей спинной створки

очень слабо развита, седло и синус начинаются от макушки, округленные и ясно отграниченные от боковых частей створок. Скульптура состоит из многочисленных, плоских радиальных складок, покрывающих боковые части створок и не развивающихся на седле и синусе. Многочисленные густо расположенные концентрические знаки роста покрывают всю поверхность створок.

Spirifer tornacensis Koninck

(Нижний карбон) Табл. XIII, рис. 4а, б

Субтреугольного очертания раковина сильно развита по ширине и обладает длинным замочным краем; кардинальные углы оттянуты в остроконечья. Макушка значительно выпуклой брюшной створки клювообразно загнута над широким треугольным дельтирием. Вдоль замочного края вытянута невысокая арка, ограниченная параллельными краями. Синус умеренно развит и плавно очерчен — с округленным дном и незаметным переходом в боковые части створки. Спинная створка несколько менее выпукла и несет слабо выраженное седло. Скульптура состоит из округленных радиальных ребер, покрывающих всю поверхность створок.

Chonetes papillionacea Phillips

(Нижний карбон) Табл. XIII, рис. 3а, б

Полуэллиптического очертания раковина сильно вытянута по ширине, наибольшая ширина совпадает с замочным краем или лежит вблизи последнего. Брюшная створка слабо выпуклая, спинная слабо вогнутая. На обеих створках невысокие прямые арки, образующие двугранный угол, несколько больший прямого. Вдоль плечиков арки брюшной створки развиты многочисленные, тонкие, косо направленные шипы. Поверхность створок покрыта многочисленными, очень тонкими, дихотомирующими радиальными струйками, пересекаемыми слабо выраженными концентрическими знаками роста.

Productus (Plicatifera) kassini Nalivkin

(Нижний карбон: низы турне) Табл. XIV, рис. 5а, б, в

Маленькая округленно-квадратная или удлиненная форма. Брюшная створка вздутая, коленообразно изогнутая. Почти прямой лобный край. Довольно большие острые ушки, почти всегда развит синус или срединная складка.

Раковина почти гладкая. Скульптура брюшной створки состоит из тонких довольно ясных концентрических морщин в примакущей части. На остальной поверхности раковины развиты редкие большие бугорки, иногда удлиняющиеся в небольшие

поясные складки. Срединная складка неясная, иногда отсутствующая. На спинной створке нередко заметны тонкие частые следы нарастания (тонкие морщины).

Productus (Plicatifera) fallax Pander

(Нижний карбон: малевко-мураевнинский горизонт) Табл. XIV, рис. 2

Раковина полукруглого очертания, небольшая (1,5—2 см). Наибольшая ширина приходится на замочный край. Брюшная створка весьма выпуклая, спинная — вогнутая. Ушки небольшие. Синуса нет. Скульптура состоит из тонкой радиальной струйчатости и широких продольных складок у лобного края, а также концентрических рядов бугорков.

Productus (Striatifera) striatus Fischer

(Нижний карбон) Табл. XIV, рис. 6

Сильно изменчивая форма, обладающая обычно деформирующей в процессе роста раковиной, со слабо развитой макушкой брюшной створки. Очертания варьируют от изометрично-полукруглого до сильно вытянутого по длине, субтреугольного. У изометричных экземпляров замочный край длинный, несколько меньший наибольшей ширины раковины. У более часто встречающихся, развитых по длине экземпляров, замочный край очень короткий, ушки сильно редуцируются, и наибольшая ширина раковины перемещается к переднему краю.

Скульптура состоит из очень тонких, волнисто изогнутых радиальных струек. Тонкие шипы развиваются только на ушках.

Productus (Plicatifera) mesolobus Phillips

(Нижний карбон) Табл. XV, рис. 1а, б, в

Раковина субпрямоугольного округлого очертания с длинным замочным краем. Вздутая брюшная створка с небольшими прямоугольными ушками обладает высоко поднятой над замочным краем умбональной частью и круто загнутой макушкой. Вдоль плоскости симметрии, по дну широкого и плоского синуса проходит округленный валик, несущий на себе ряд шипов. На боках створки имеются немногочисленные, слабо выраженные радиальные ребрышки, также снабженные шипами. Концентрические морщины покрывают примакушечную часть раковины и ушки.

Productus (Gigantella) giganteus Martin

(Нижний карбон) Табл. XV, рис. 4

Крупная раковина округленных очертаний, более или менее сильно развитая по ширине. Брюшная створка шарообразно взду-

тая с резко обособленными и иногда сильно развитыми ушками. Поверхность створки образует близ переднего края крупные, неправильные радиальные складки. Скульптура состоит из тонких, волнисто изогнутых радиальных струек и мелких шипов, в небольшом количестве рассеянных по всей поверхности створки. Спинная створка сильно вогнута и следует очертаниям брюшной створки.

Productus (Dictyoclostus) semireticulatus Martin

(Нижний и средний карбон) Табл. XIV, рис. 3а, б

Субпрямоугольного очертания раковина с длинным замочным краем и хорошо развитыми ушками. Сильно вздутая брюшная створка обладает высоко поднятой и круто завернутой макушкой; спинная створка умеренно вогнутая. На брюшной створке располагается широкий и плоский синус с округленным дном. Скульптура состоит из округленных, тонких дихотомирующих раздельных ребер, к которым в промежуточной части и на ушках присоединяются концентрические морщины, благодаря чему задняя половина брюшной створки имеет сетчатую скульптуру. Шипы рассеяны по всей поверхности брюшной створки.

Spirifer striatus Martin

(Нижний и средний карбон) Табл. XIII, рис. 6

Раковина полуэллиптического очертания, развитая по ширине; замочный край составляет наибольшую ширину раковины; створки умеренно и почти одинаково выпуклы. Макушка брюшной створки невысокая, загнутая. Нижняя арка с субпараллельными краями разделена треугольным дельтирием, который иногда бывает частично закрытым. Синус и седло начинаются от макушек и варьируют по степени развития. Поверхность створок покрыта многочисленными радиальными ребрами, увеличивающимися в числе путем вставления и нередко располагающимися более или менее пучкообразно.

Fusulinella bocki Moeller

(Вторая половина среднего карбона) Табл. XV, рис. 5а, б

Раковина веретенообразная, сильно вздутая в средней части; на концах она округло заострена и слегка закручена. Поверхность раковины покрыта глубокими продольными бороздками. Под микроскопом различима трехслойная стенка раковины, состоящая из двух темных слоев — внутреннего и наружного — и светлого слоя между ними.

Перегородки в боковых частях раковины образуют небольшое число складок; приближаясь к среднему сечению, совершенно выпрямляются. Ротовое отверстие ограничивается массивными утолщениями на стенке.

Весьма развит дополнительный скелет. Центральная камера слегка вытянута по оси завивания. Число оборотов не превышает 6 — 6,5. В наружном обороте до 25 перегородок.

Chaetetes radians Fischer

(Средний карбон) Табл. XII, рис. 2

Полипняки очень разнообразной округлой формы. Ячейки призматические, неправильно многоугольного очертания и неодинаковой величины (на 5 мм от 8 до 10 ячеек). Стенки соседних ячеек слиты. Потолочки имеют неодинаковое развитие. Развита псевдосептальные выступы.

Poteriocrinus multiplex Trautschold

(Средний карбон) Табл. XIII, рис. 2

Основание конической чашечки отделено от ее боковой поверхности резким перегибом. Высота чашечки несколько менее ее ширины. По высоте чашечки более всего развиты базальные, затем радиальные и менее всего, но все-таки велики инфрабазальные пластинки. Сочленовные для рук поверхности радиальных пластинок слабо наклонены наружу. Длина рук раз в шесть превышает высоту чашечки. Членики рук низкие, округленные на боках и на наружной стороне.

Spirifer (Choristites) mosquensis Fischer

(Средний карбон) Табл. XIV, рис. 4а, б

Сильно вздутая раковина с варьирующим отношением длины к ширине — с ростом раковины это отношение возрастает. Замочный край длинный, но меньше наибольшей ширины раковины.

Брюшная створка обладает длинной, клювообразно загнутой макушкой и умеренно высокой треугольной ареей с открытым дельтирием. Синус неглубокий, очень плавно переходящий в боковые части створок. На спинной створке очень слабо выраженное плоско-округлое седло. Поверхность створок покрыта многочисленными плоскими дихотомирующими радиальными ребрами, разделенными линейными бороздками.

Schwagerina moelleri Rauser

(Верхняя часть верхнего карбона — низы перми) Табл. XV, рис. 2

Раковина почти шарообразная, со слегка выступающими концами. Поверхность ее покрыта редкими продольными бороздками, слабо изогнутыми посредине. При увеличении можно наблюдать особенности внутреннего строения. Перегородки прямые или несколько изогнутые в средней части раковины. У оси навивания

они становятся волнистыми. Стенка двухслойная, состоит из темного наружного слоя и внутреннего более светлого и широкого с ясным ячеистым строением. Центральная камера весьма малая, эллипсоидальная. Число спиральных оборотов достигает 8; в наружном обороте до 30—35 перегородок.

Caninia volgensis Stuckenberg

(Верхний карбон) Табл. XIII, рис. 1a, б, в

Удлиненные цилиндро-конические изогнутые ячейки часто располагаются группами из нескольких ориентированных в одном направлении индивидуумов. Диаметр ячейки достигает 25—30 мм; число перегородок первого и второго порядков доходит до $34-36 \times 2$. Перегородки первого порядка значительно не доходят до центра, оставляя подле него широкое свободное пространство. Перегородки второго порядка не выходят из пределов пузырьчатой ткани. Главная перегородка укорочена, расположена в фоссуле. Наблюдаются слабые стереоплазматические покровы перегородок. Пузырчатая ткань мелкочаеиста, образует узкое периферическое кольцо (4—5 рядов пузырьков). Днища расположены полого, в центре сильнее сближены и расщеплены.

Productus (Linoproductus) cora D'Orbigny

(Верхний карбон — нижняя пермь) Табл. XIV, рис. 1a, б

Раковина иногда очень крупная, с наибольшей шириной на смычном краю. Брюшная створка полушаровидная с широкой спирально свернутой примакушечной частью. Ушки хорошо развиты, плоские, ясно отделенные. Средняя часть брюшной створки приплюснутая, иногда с неглубоким широким синусом. Спинная створка вогнутая. Скульптура брюшной створки состоит из радиальных струек, разделенных промежутками такой же ширины, как сами струйки. Ушки покрыты морщинистыми концентрическими валиками. Кроме того, створка несет крупные иглы, которые расположены по смычному краю и рассеяны в беспорядке на средней части брюшной створки; к основанию иглы 3—5 струек соединяются вместе. Скульптура спинной створки такая же, как на брюшной, но концентрическая складчатость развита по всей створке, а шипы отсутствуют.

г) Разрезы

Карбон западного крыла Московской мульды

На континентальной пестроцветной песчано-глинистой толще верхнего девона залегает:

С₁. Турне

В основании пачка доломитов, доломитизированных известняков и песчаных глин с фауной пелеципод и фораминифер. Мощность 0—70 м. Перерыв в отложениях.

С₁. Визе и намюр.

Чередование глин, песков и линз угля с флорой (*Lepidodendron*, *Stigmaria*), с редкими линзовидными прослоями глинистых известняков с фауной брахиопод и моллюсков; в средней части известняки с *Productus (Gigantella) giganteus*, *Lithostrotion*, чередуются с глинами, песками и прослоями угля (незначительной мощности), в которых часто встречаются стигмарины. В верхней части кораллово-брахиоподовые известняки, местами доломиты. Мощность до 170 м. Перерыв в отложениях.

С₂. В основании находится конгломерат и пестрые песчаные глины с линзами косослоистых песков. Выше: известняки с фауной *Poteriocrinus multiplex*, *Spirifer (Choristites) mosquensis* и других брахиопод, кораллов и фузулин. Мощность до 140 м.

С₃. Известняки с фауной фузулин, брахиопод и криноидей. Прослоями идут глины, доломиты и гипсы.

С₃—Р₁. Известняки с швагеринами. Мощность до 70 м.

Сводный разрез карбона Донбасса

С₁. (Турнейский и часть визейского ярусов).

Известняки с многочисленной фауной: *Productus (Gigantella) giganteus* и другие брахиоподы, кораллы и пр. Мощность 350 м.

С₁ (верхи визе), С₂ и С₃.

Чередование песчаников, глин, углистых сланцев и прослоев угля с многочисленными маломощными прослоями известняка с фауной брахиопод (*Spirifer mosquensis*, *Productus semireticulatus*, *Pr. cora*), кораллов, криноидей и фузулинид. В кровле угольных пластов растительные остатки (*Pecopteris*, *Neuropteris*), в подошве остатки стигмаринов (автохтон). Мощность до 10 000 м.

Карбон Центрального плато Франции

На территории Центрального плато Франции на известняках и сланцах верхнего девона согласно залегают слои нижнего карбона:

С₁ (нижний отдел).

В основании: конгломераты, песчаники и кремнистые сланцы с радиолариями.

Выше: известняки с фауной *Productus (Gigantella) giganteus* и других брахиопод и кораллов. В значительных количествах

присутствуют также изверженные породы и туффиты. Мощность до 1000 м. S_1 сильно дислоцирован.

S_2 . (верхний отдел).

Вестфальские слои отсутствуют. Песчаноглинистая угленосная толща образует отдельные угольные бассейны; встречаются растительные остатки, рыбы, насекомые.

7. Пермь

а) *Расчленение* пермских отложений основано главным образом на изучении их в пределах СССР, что отразилось в названиях ярусов (табл. 13).

Таблица 13

Индексы	Отделы	Ярусы	Руководящие ископаемые
P_2	Верхний	Татарский Казанский	<i>Fenestella retiformis</i> , <i>Productus cancrini</i> , <i>Strophalosia horrescens</i> , <i>Spirifer rugulatus</i> , <i>Schizodus rossicus</i> , <i>Anthracosia</i>
P_1	Нижний	Кунгурский Артинский	<i>Medlicottia artiensis</i> , <i>Parapronorites permicus</i> , <i>Gastrioceras jossae</i> , <i>Productus cora</i> , <i>Pr. cancriniformis</i> , <i>Spiriferella saranae</i>

б) *Органический мир*. Пермский период отличается значительными изменениями, происходящими как в облике флоры (которая менее обильна, чем в карбоне), так и в облике фауны.

Типичные представители каменноугольной флоры — лепидодендроны — к началу пермского периода почти совершенно исчезают, редко встречаются сигиллярии, значительно сокращаются в числе каламиты. Сильно обновляется группа папоротников. Тем не менее в нижнепермское время облик флоры очень напоминает таковой в конце каменноугольного периода и отличается от него лишь значительным обеднением родового состава. Но уже в нижней перми начинают появляться первые хвойные, цикадовые, гинкговые. Они еще редки и играют весьма незначительную роль.

К верхнепермскому времени вымирают или чрезвычайно сокращаются в количестве последние представители каменноугольной флоры и их место занимают широко распространившиеся представители хвойных (*Ulmannia*, *Voltzia*, *Walchia*), цикадовых (*Pterophyllum*) и узколистных гинкго (*Sphenobaiera*).

В перми широко развиты кордаиты (*Noeggeratiopsis*). Благодаря возросшей засушливости пермского климата флора носит более ксерофильный характер, нежели в карбоне, но существовавшие ранее флористические пояса все же сохраняются.

Большим развитием этих свойственных уже мезозойской флоре групп растений знаменуется начало новой эры — мезофита. Таким образом, если устанавливать геохронологию на основании развития флоры, то оказывается, что мезофит начинается приблизительно на половину периода раньше, чем мезозой. Это и понятно: флора быстрее отзывается на изменение условий существования, нежели фауна, а кроме того, изменения фауны часто во многом зависят от изменения флоры.

Пермский мир беспозвоночных животных характерен в основном угасанием, а в ряде случаев и полным вымиранием типичных для палеозоя групп. Появление ряда переходных форм, а также и представителей будущей мезозойской фауны, намечается уже в перми, а иногда и ранее, но остатки этих существ встречаются настолько редко и играют такую незначительную роль в общем комплексе беспозвоночных пермского времени, что наличие их не накладывает на облик пермской фауны сколько-нибудь характерных черт.

Фауна позвоночных, наоборот, характеризуется дальнейшим прогрессивным развитием и в пермское время достаточно многочисленна и разнообразна. Наибольшее биостратиграфическое значение для пермской системы имеют аммоени, брахиоподы, фораминиферы; выясняется довольно большое значение мшанок.

Рассмотрим последовательно все типы животных.

Простейшие. В пермское время еще продолжается развитие семейства *Fusulinidae*, которое имеет здесь значение не меньшее, чем в карбоне.

Губки попрежнему не имеют стратиграфического значения.

Кишечнополостные представлены уже редко встречающимися табулятами и тетракораллами.

Иглокожие. Почти совершенно исчезают бластоидеи, значительно обедняются морские лилии.

Мшанки распространены так же широко, как и в карбоне.

Брахиоподы становятся гораздо однообразнее и не столь многочисленны.

Род *Productus* встречается значительно реже, чем в карбоне, хотя еще дает много руководящих видов. Достигает расцвета род *Strophalosia*, принадлежащий к этому же семейству. Значительно сокращаются в числе спирифериды.

Пермскому периоду исключительно свойственны такие своеобразные брахиоподы, широко распространенные в средиземноморской полосе, как *Lyttonia*, *Oldhamina*, снабженные резной, в виде гребня, створкой, и *Richthofenia*, имеющая форму бокаловидного коралла с крышечкой. Такая необычная для брахиопод форма является результатом конвергенции в связи с прикреплением раковины, обычно этим организмам не свойственным.

Моллюски. Пластинчатожаберные моллюски имеют почти такой же облик, как и в карбоне. Большого распространения

достигают комплексы пластинчатожаберных моллюсков, связанные с солоноватоводными бассейнами. Гастроподы, как и в каменноугольное время, отличаются многочисленностью представителей рода *Bellerophon*. Головоногие моллюски характеризуются еще большим, нежели в карбоне, усложнением лопастной линии. Здесь уже нередко цератиты, встречаются даже формы, переходные от цератитов к настоящим аммонитам (*Artinskia*, *Medlicottia*).

Членистоногие. В нижнепермское время вымирают последние представители трилобитовой фауны — рода *Phillipsia*, *Proetus*. В изобилии встречаются мелкие ракообразные — остракоды, обитающие главным образом в солоноватоводных бассейнах. Все многочисленнее и разнообразнее становятся насекомые.

Позвоночные. Среди рыб наблюдается значительное разнообразие и многочисленность акул. К пермскому времени относятся находки таких своеобразных форм, как *Helicoprion*, снабженный спирально свернутыми зубными пластинками.

Амфибии представлены весьма многочисленными и довольно крупными (иногда до трех метров длиной) формами из группы стегоцефалов (*Eryops*, *Archaeogosaurus*).

Рептилии уже сильно дифференцированы и разнообразны. Среди них встречаются и травоядные формы (котилозавры), такие как *Pareiasaurus* и хищные (териодонты), как *Inostrancevia*.

К концу пермского периода наблюдается вымирание ряда представителей палеозойской фауны: совершенно исчезают фузулиниды, вымерли последние трилобиты, четырехлучевые кораллы, табуляты, бесследно исчезли бластоидеи и древние морские ежи, полностью вымирают гониатиты, продуктиды, резко сокращается количество спириферид. Вымершие палеозойские группы животных сменяются новыми, дальнейшее развитие которых происходит уже в мезозое.

Нет сомнения, что обновление органического мира на границе палеозойской и мезозойской эр стоит в прямой связи с крупнейшими изменениями структур земной коры, рельефа земной поверхности, явившихся следствием сильнейших орогенических движений, не затухавших от конца девона и до начала мезозоя и приведших к созданию горных краев Западной Европы, Урала, некоторых горных систем Средней Азии. Все это резко сказалось на физико-географическом облике земной поверхности, т. е. на условиях жизни.

в) Руководящие ископаемые

Spirifer marcoui Waagen

(Нижняя пермь; артинский ярус) Табл. XVII, рис. 1а, б, в

Раковина треугольного очертания, вздутая. Наибольшая ширина у замочного края. Арея почти прямая, представляет изгиб только под макушкой. От краев широкого треугольного отверстия отхо-

дят (брюшная створка) широкие зубные пластинки; промежуток между ними заполнен утолщением створок. На поверхности ареи редкие вертикальные штрихи. Синус глубоко вдается в брюшную створку и высоко приподнимает лобный край в виде острого языка. Возвышение в спинной створке имеет форму двускатного кия. Скульптура в виде тонких, повторно дихотомирующих ребер. У некоторых форм вблизи лобного края наблюдается пологая широкая складчатость.

Spiriferella saranae Verneuil

(Нижняя пермь) Табл. XVII, рис. 2а, б

Раковина прямоугольного очертания, несколько вытянутая в длину. Наибольшая ширина соответствует замочному краю или ближе к середине.

Брюшная створка значительно более выпуклая. Макушка сильно загнута. Арея высокая с треугольным отверстием, прикрытым псевдодельтидиумом. Широкий и глубокий синус и седло двускатные. Поверхность раковины образует немногочисленные и часто двураздельные плоские складки.

Productus (Cancrinella) cancriniformis Tschernyschew

(Нижняя пермь; артинский ярус) Табл. XVII, рис. 7а, б, в

Раковина небольшая, округло-прямоугольная. Брюшная створка сильно выпуклая; спинная створка плоская, коленообразно изогнутая. Макушка небольшая, острая и загнутая. Ушки небольшие с поперечными складками. Синуса нет. Скульптура состоит из тонких радиальных ребрышек. Поперечные морщинистые складки с ушек и боков брюшной створки переходят и на среднюю ее часть. Некоторые ребрышки утолщены прикреплением небольших игл. Спинная створка также покрыта отчетливыми радиальными ребрышками.

Paragastrioceras jossae Verneuil

(Нижняя пермь; артинский ярус) Табл. XVI, рис. 7а, б

Раковина сильно вздутая. Обороты лишь прилегают друг к другу, оставляя весьма широкий пупок (эволютность). Сечение низких оборотов полулунное; наружная сторона полого-выпуклая, перпендикулярная к боковым, причем ширина в несколько раз превышает высоту.

Скульптура состоит из округленных бугорков, находящихся на резком перегибе между наружной и боковой сторонами, и продольных струек. Лопастная линия состоит из двух боковых седел и лопастей и сифональной лопасти, разделенной седлом на заостренные лопасти.

Parapronorites permicus Tschernow

(Нижняя пермь; артинский ярус) Табл. XVI, рис. 2а, б

Раковина дискоидальная с плоскими параллельными боковыми сторонами. Сифональная сторона плоско-округленная. Обороты сильно объемлющие, пупок узкий. Стенки пупка крутые. Инволютность раковины возрастает по мере роста последней. Молодые обороты имеют полуэллиптическое поперечное сечение с округленными боковыми сторонами; по мере роста обороты делаются более объемлющими; пятый завиток совершенно охватывает предыдущий оборот.

На поверхности наблюдаются струйки нарастания, значительно наклоненные вперед; на сифональной стороне у них наблюдается слабый синус. Посредине сифонной стороны на ядрах резко выражена продольная бороздка. Лопастная линия состоит из сифональной и пяти боковых лопастей.

Medlicottia orbignyana Verneuil

(Нижняя пермь) Табл. XVII, рис. 3а, б

Плоская, дискоидальная, инволютная раковина несет на наружной стороне узкую бороздку, ограниченную двумя острыми килями. Скульптура образована слабо развитыми поперечными ребрышками. Сутурная линия состоит из многочисленных седел и лопастей. Наружное седло высокое и узкое, расчлененное дополнительными мелкими лопастями, остальные седла простые. Лопасты, ближайшие к наружному краю, двураздельные, остальные — простые.

Artinskya artiensis (Gruenewaldt)

(Нижняя пермь; артинский ярус) Табл. XVII, рис. 5а, б, в

Раковина почти плоская. Обороты весьма объемлющие, причем инволютность с возрастанием быстро увеличивается, так что шестой оборот вполне охватывает предыдущий. Сечение оборотов высокое, трапециoidalное. Боковые стороны раковины гладкие. На килевидной сифональной стороне появляется продольная бороздка с двумя рядами косо расположенных бугорков по обе стороны от нее.

Strophalosia (Aulosteges) wangenheimi Verneuil

(Верхняя пермь) Табл. XVI, рис. 5а, б

Раковина пятиугольно-округленная. Наибольшая ширина около середины раковины. Брюшная створка весьма выпуклая. Спинная створка плоско-вогнутая и ареей не имеет. Макушка толстая, острая и неправильная. Арея высокая, наклонена к брюшной створке, с псевдодельтидием. Четырехлопастный замочный отро-

сток сильно развит. Зубов нет. Синус брюшной створки широкий, нерезкий. Поверхность покрыта иглами.

Productus (Horridonia) horridus Sowerby

(Верхняя пермь) Табл. XVI, рис. 3а, б

Вогнуто-выпуклая раковина с длинным замочным краем, несколько суживается к переднему краю, что сообщает раковине трапециoidalные, очертания. Ушки хорошо развиты, субтрапециoidalной формы. Умбональная часть брюшной створки довольно узкая, высоко поднятая; макушка острая, круто загнутая и прижата к замочному краю. Хорошо развитый синус начинается от самой макушки; на спинной створке ему отвечает широкое округленное седло. Поверхность створок гладкая и несет лишь знаки роста и немногочисленные толстые шипы, расположенные главным образом на ушках и вдоль замочного края.

Productus (Cancrinella) cancrini Verneuil

(Верхняя пермь) Табл. XVI, рис. 8

Раковина средней или небольшой величины (до 35 мм), овального или субпрямоугольного очертания. Длина смычного края обычно немного меньше наибольшей ширины раковины. Брюшная створка выпуклая с широкой, мало обособленной, небольшой острой и загнутой макушкой. Ушки маленькие с поперечными складками. Средняя часть брюшной створки то слабо выпуклая, то приплюснутая, иногда со слабым синусом в передней части. Спинная створка или коленчато изогнутая, или почти плоская. Скульптура состоит из тонких радиальных струек, причем некоторые из них утолщены на месте прикрепления небольших игл, находящихся друг от друга на равных расстояниях. На спинной створке радиальные струйки пересекаются концентрическими валиками.

Lyttonia richthofeni Keyserling

(Верхняя пермь) Табл. XVI, рис. 4

Раковина различной величины (до 60 мм) и формы, обычно вытянутая в длину. Поверхность брюшной створки более или менее плоская, или слабо выпуклая, с концентрическими неправильными валиками. Число пар боковых лопастей спинной створки значительно (до 20), последние слабо изогнуты выпуклостью вперед и разделены промежутками, которые в 1,5 раза уже самих лопастей. Раковина тонкая.

Spirifer rugulatus Kutorga

(Верхняя пермь; казанский ярус) Табл. XVII, рис. 6а, б

Очертание раковины продолговато-овальное. Замочный край несколько меньше наибольшей ширины раковины. Обе створки одинаково и умеренно выпуклы. Макушка небольшая, загнутая

в виде клюва. Арея невысокая. Синус и седло резко отграничены и выделяются отсутствием ребристости. Скульптура состоит из довольно широких округленных радиальных складок по обе стороны синуса и седла и заметных на лобной части раковины концентрических линий нарастания.

Strophalosia (Aulosteges) horrescens Verneuil

(Верхняя пермь) табл. XVI, рис. 6а, б

Раковина трапециодальная. Наибольшая ширина отвечает замочному краю. Брюшная створка весьма вздутая в средней части, с загнутой макушкой.

Ушки остроугольные. Арея на обеих створках (отличие от *Productus*).

Синус брюшной створки пологий и тянется от самой макушки. Поверхность украшена многочисленными и неправильно расположенными тонкими иглами, более сближенными на ушках.

Fenestella retiformis Schlotheim

(Верхняя пермь) Табл. XVI, рис. 1

Мелкая сетка с прямыми прутьями и сильно развитыми килевыми выростами. Ячейки с пятиугольным основанием, петли овальные. Устья круглые; их края волнисты (петалоидные), с бугорками. На 1 мм приходится 3—5 килевых бугорков. На их вершине развиваются иногда столь мощные поперечные отростки, что над поверхностью сетки разрастается вторая решетчатая поверхность. Капилляры средней величины с продольно-рядовым расположением.

Schizodus rossicus Verneuil

(Нижняя пермь; артинский и кунгурский ярусы и верхняя пермь; казанский ярус) Табл. XVII, рис. 4а, б

Раковина небольшая, слегка неравностворчатая, поперечно-вытянутая, округленная. Передний край округленный и более короткий; задний имеет тенденцию к угловатости. Макушка ближе к переднему краю. Раковина гладкая или покрытая слабыми концентрическими струйками.

Pseudomonotis speluncaria Schlotheim

(Верхняя пермь) Табл. XVI, рис. 9

Очертание косой раковины округленно-пятиугольное. Левая створка выпуклая, правая — плоская. Макушка левой створки большая и загнутая. На обеих створках развитые ушки. Задние больше. Левая (большая) створка покрыта тонкой радиальной

ребристостью и концентрическими линиями нарастания; на правой только линии нарастания.

г) Разрезы

Пермские отложения Прикамья

На известняках, доломитизированных известняках и доломитах S_3 с фауной фузулинид залегает:

P_1 . *Артинский и кунгурский ярусы.*

Доломиты с прослоями гипса и ангидрита с редкими органическими остатками (фузулинид, кораллов, криноидей). Мощность до 90 м.

Уфимская свита. Песчано-глинистая пестроцветная толща. Мощность 0—40 м.

P_2 . *Казанский ярус.*

Спириферовый подъярус. Переслаивание песчаников, глин, мергелей, глинистых и песчанистых доломитов и известняков, в некоторых прослоях много брахиопод и мшанок. Мощность до 70 м.

Конхиферовый подъярус.

Переслаивание глинистых доломитов, известняков, мергелей, глин, песчаников и гипса. В редких прослоях встречается фауна пелеципод и лингул. Мощность до 100 м.

Татарский ярус.

Пестроцветная толща с чередованием глин, песчаников и мергелей. Мощность до 80 м.

8. Герцинский орогенез

Обычно девонский период характеризуют как период тектонического покоя. Однако это не вполне верно. В начале девонского периода во многих областях земного шара установлены совершенно явные следы ряда тектонических движений, конечно, значительно уступающих по силе и по широте распространения основным фазам каледонского цикла, но тем не менее выразившихся в виде ясных угловых несогласий внутри толщ осадков нижнего девона. Эти нижнедевонские тектонические фазы отмечены в Саяно-Алтайской зоне, в Северной Америке и в Западной Европе (Рейнская область, Скандинавия, Шотландия).

Тектонические фазы нижнего девона являются последними отзвуками затухавшего каледонского орогенеза. Но уже в верхнем девоне возникают новые вспышки тектонических движений, являющиеся подготовительными фазами нового крупнейшего орогенического цикла — герцинского, или варисцийского, — охватившего весь верхний палеозой.

Первая фаза этого герцинского орогенеза — бретонская — распадается на несколько подфаз и охватывает время от середины верхнего девона до конца турнейского века нижнего карбона.

Вторая — судетская фаза — происходит в конце нижнего и в начале среднего карбона.

Треть
и начало
Две
и пфаль
риоду.
перми (к
хватывае

Этот
ные фазы
областях

Так, в
среднекам
ской геос
мощно п.

Резуль
изменени
синклина
тые обла

Возник
поднялся
ный матер
ном полу
должений
складчат

В ряд
сказался
ническими
тов вызва
его и сил
кратически
Изменение
тинентальн
зойских гру

В течени
палеозойски
новыми груп

а) Расчлен
здесь отдела
характер. Пре

б) Органи
зуется, с одно
черт, с другой
в составе флю

8 Н. К. Горн

Третья — астурийская фаза — приходится на конец среднего и начало верхнего карбона.

Две крупные завершающие фазы заальская (уральская) и пфальцская (тянь-шанская) относятся уже к пермскому периоду. Первая — к концу нижней перми и к началу верхней перми (казанский век), вторая происходит в татарский век и захватывает начало триаса.

Этот орогенический цикл охватил все континенты, но отдельные фазы его проявились с различной интенсивностью в разных областях земного шара.

Так, в Западной Европе наиболее интенсивными оказались среднекаменноугольные фазы — судетская и астурийская; в Уральской геосинклинали и в Аппалачах (Северная Америка) наиболее мощно проявились пермские — заальская и пфальцская фазы.

Результатом герцинского орогенеза явились крупнейшие изменения в структуре земной коры. Замкнулся целый ряд геосинклиналий и на месте их сформировались громадные складчатые области.

Возник складчатый пояс варисцид Западной Европы, высоко поднялся Уральский горный хребет, спаявший в единый громадный материк — Лавразию, — существовавшие до сих пор в северном полушарии материки Эрию и Ангариду. В восточном продолжении Уральской геосинклинали возникли варисцидские складчатые дуги Тянь-Шаня (рис. 10).

В ряде каледонских складчатых зон герцинский орогенез сказался глыбовыми движениями. Связанные с мощными орогеническими движениями общие значительные поднятия континентов вызвали резкие изменения климата в сторону засушливости его и сильные регрессии. Уже пермский период является геократическим периодом и отличается сухим жарким климатом. Изменение климата, а также резкое сокращение площади эпиконтинентальных морей пагубно сказалось на большинстве палеозойских групп флоры и фауны.

В течение пермского периода вымирает большинство типично палеозойских растений и животных, сменяющихся постепенно новыми группами уже мезозойского облика.

Б. Мезозой

1. Триас

а) *Расчленение* триаса, как и в других системах, ограничено здесь отделами и ярусами. Более дробные деления носят местный характер. Предлагаемое расчленение дано в табл. 14.

б) *Органический мир*. Органический мир триаса характеризуется, с одной стороны, появлением ряда новых, мезозойских черт, с другой, — сохранением некоторых палеозойских признаков в составе флоры и фауны.

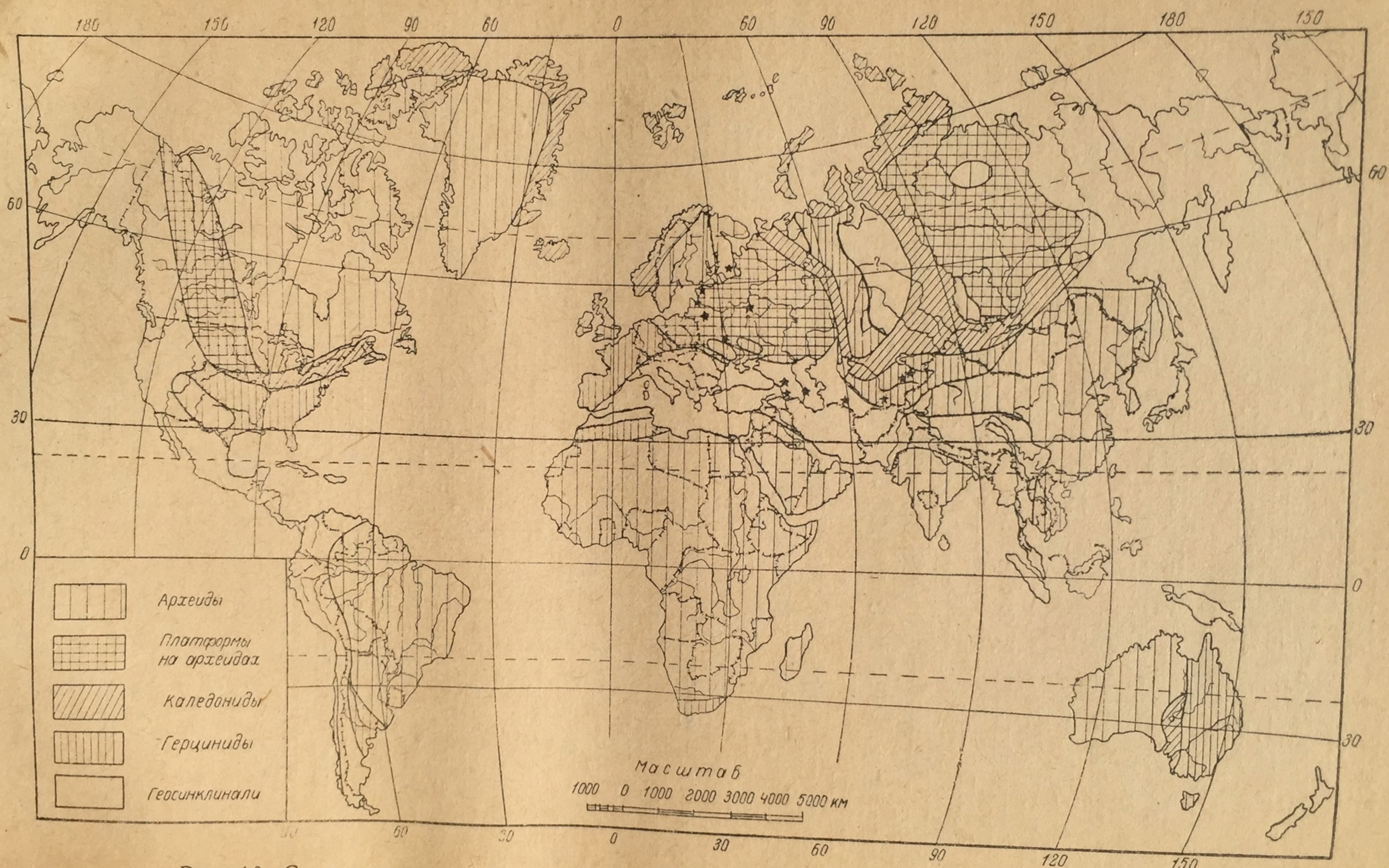


Рис. 10. Схема структурных элементов земной коры после герцинского орогенеза.

сем
игр
От
Т₃
Т₂
Т₁
фор
леп
zia,
вить
cites
оста
прис
Nils
ним
mte
ные
Фг
ракте
законч
ствую
различ
Про
палеозо
с мелки
родообр
что они
ископае
! Уок
ченя.
Кише
фауны
встреча
широко
8*

Флора триаса отличается значительным преобладанием голо-семенных — цикадовых, хвойных и гинкговых. Большую роль играют настоящие папоротники.

Таблица 14

Отделы	Ярусы	Руководящие ископаемые
T_3	Рэтский Норийский Карнийский	<i>Pseudomonotis ochotica</i> , <i>Ps. caucasica</i> , <i>Pinacoceras</i>
T_2	Ладинский Анизийский	<i>Daonella lommeli</i> , <i>Halobia austriaca</i> , <i>Ceratites nodosus</i>
T_1	Скифский	<i>Mytilus dalailamae</i> , <i>Doricranites bogdoanus</i>

Нижнетриасовая флора содержит еще много палеозойских форм. Так, сохраняются еще некоторые, правда, уже редкие, лепидофиты (*Pleuromeia*), среди хвойных встречается еще *Voltzia*, нередко представители глоссоптерисовой флоры, широко развиты птеридоспермы (*Lepidopteris*), еще часты кордаиты (*Yuccites*).

Однако флора мезозойского типа постепенно вытесняет эти остатки флоры палеозоя и к концу триаса, в рэтское время, приобретает уже юрский облик.

Впервые здесь появляется группа беннеттитов (*Taeniopteris*, *Nilssonia*) и широколистные папоротники с сетчатым жилкованием (*Clathropteris*). Значительно обновляются хвощи (*Neocalamites*, *Equisetites*). Среди гинкговых преобладают еще узколистные формы.

Фауна также имеет в значительной мере переходный характер, но в целом органический мир триаса приобрел уже вполне законченный мезозойский облик: среди беспозвоночных главенствуют мезозойские аммоны и пелециподы; среди позвоночных — различные рептилии.

Простейшие. Крупные бентонные фораминиферы верхнего палеозоя вымирают к началу триаса, и здесь мы встречаемся с мелкими фораминиферами и радиоляриями, не имеющими породообразующего значения. Изучение радиолярий показывает, что они могут иметь некоторое значение, как руководящие ископаемые.

Губки развиты мало и не имеют стратиграфического значения.

Кишечнополостные. Сохраняются еще остатки палеозойской фауны кишечнополостных в виде, хотя и редко, но все же встречающихся табулят, строматопор. Однако значительно более широко распространены настоящие шестилучевые кораллы.

Иглокожие. Совершенно вымирают палеозойские группы иглокожих — древние морские лилии и морские ежи. Впервые появляются немногочисленные еще неокриноидеи. Появляется сем. *Pentacrinidae*; широко распространен род *Encrinus*.

Сильно развиваются появившиеся в перми правильные морские ежи с двадцатью рядами пластинок (*Cidaris*).

Брахиоподы. После вымирания сильно специализированных брахиопод верхнего палеозоя, брахиоподовая фауна триаса отличается сильным обеднением. Здесь еще встречаются остатки семейства спириферид, представленные родами *Athyris*, *Spirigera*, *Spiriferina*. Главенствующее же значение принадлежит тем двум семействам, которые достигают максимального развития именно в мезозое — это теребратулидам и ринхонеллидам.

Моллюски. Как бы сменяя теряющих прежнее значение брахиопод, с триаса начинают быстро развиваться пластинчатожаберные и брюхоногие моллюски. Триас отличается широким распространением одномускульных пелеципод, особенно часты различные представители семейства устричных.

Достигают большого разнообразия такие роды, как *Pseudomonotis*, *Gervilleia*, появляются первые тригонии, устрицы.

Брюхоногие моллюски триаса характеризуются появлением группы сифоностомных гастропод, которые начинают играть важную стратиграфическую роль.

Однако наибольшее значение принадлежит головоногим моллюскам.

Триас отличается исключительным богатством аммоноидей, наряду с которыми продолжают еще существовать и наутилоидеи: прямые ортоцератиды имеют здесь последних своих представителей. Триасовые виды спирально свернутых наутилид отличаются сильной скульптурой.

Аммоноидеи исключительно разнообразны. Характерны аммоноидеи с цератитовой лопастной линией, иногда встречаются представители еще с гониатитовой, а к концу триаса уже многочисленные формы с настоящей аммонитовой лопастной линией. Также весьма разнообразна скульптура и форма раковин аммоноидей.

Впервые в триасе появляются внутреннераковинные головоногие моллюски — белемноидеи (*Aulacoceras*).

Фауна головоногих позволяет выделить в триасе три зоогеографические провинции, каждая из которых характеризуется особыми руководящими формами. Эти провинции — средиземноморская (Тетис с прилегающими эпиконтинентальными морями), тихоокеанская и бореальная (Северная Азия и Северная Америка).

Членистоногие значительно беднее, нежели в палеозое. Облик их уже с триаса близок к современному: это длиннохвостые раки, остракоды, филлоподы. Стратиграфическое значение этого типа беспозвоночных весьма невелико.

Позвоночные.

Рыбы. В связи с засушливым климатом, а следовательно с наличием периодически пересыхающих бассейнов, в триасе наблюдается вторая вспышка в развитии двоякодышащих рыб, остатки которых, чаще всего зубы, встречаются в отложениях всех отделов триаса. Сильно развиты ганоиды. Древние акуловые, после расцвета в конце палеозоя, здесь испытывают сильное сокращение. К триасу относится появление первых, примитивных еще, представителей костистых рыб.

Амфибии представлены своеобразной группой лабиринтодонтов. Эти последние стегоцефалы являются как бы собирательной группой, несущей ряд признаков рыб (панцырных и кистеперых ганоидов) и рептилий группы *Theromorpha*. Представителем этих лабиринтодонтов является крупный *Mastodonsaurus*.

Все лабиринтодонты вымирают к концу триаса.

Рептилии. Кроме вымирающих тероморфных рептилий, здесь встречаются уже первые мезозойские динозавры, исключительно хищники (*Theropoda*), сильно уступающие по величине динозаврам юры и мела. Появляются также и морские ящеры — плезиозавры и ихтиозавры. Возможно, что в триасе появились и первые летающие ящеры.

Млекопитающие. В отложениях триаса сделаны первые находки мелких форм млекопитающих из группы *Multituberculata* (многобугорчатых).

в) Руководящие ископаемые

Mytilus dalailamae Verneuil

(Нижний триас) Табл. XVIII, рис. 5а, б

Раковины крупные, тонкостенные, равностворчатые, выпуклые, овального, более или менее косоугольного очертания, вытянутые по высоте. Макушки острые, конечные. Прямой длинный замочный край утолщен, с продольными бороздками от связки. Поверхность гладкая, покрытая лишь концентрическими знаками нарастания. Этот вид сильно варьирует, изменяется угол при макушке, отношение длины раковины к ее высоте и выпуклость створок.

Doricranites bogdoanus Buch

(Нижний триас) Табл. XIX, рис. 2

Раковина дисковидная с медленно возрастающими оборотами и широким пупком. Обороты очень слабо объемлющие. Наружная сторона заострена и поперечное сечение оборотов копьевидное. Поверхность раковины покрыта простыми, почти прямыми радиальными ребрами, оканчивающимися близ наружной стороны заостренными бугорками. На внутренних оборотах вместо ребер развиты бугорки. Лопастная линия цератитовая.

Gervilleia (Hoernesia) socialis Schlotheim

(Нижний, особенно средний, триас) Табл. XVIII, рис. 3

Сильно скошенная неравностворчатая раковина: при значительном развитии по ширине вытянута в длину. Левая створка выпуклая, правая плоская. Сближенные макушки расположены у переднего края. Под макушкой брюшной створки один сильный треугольный зуб, характеризующий подрод *Hoernesia*. Прямой замочный край. Слабо выраженная скульптура в виде тонких концентрических знаков нарастания.

Daonella lommeli Wissmann

(Средний триас; ладинский ярус) Табл. XVIII, рис. 7

Равностворчатая, почти плоская, округло-овальная раковина с длинным прямым замочным краем. Слабо выраженная макушка слегка смещена к переднему краю. Скульптура в виде многочисленных мелких и плоских, но хорошо выраженных ребер, ветвящихся обычно один-два раза и собранных в систему более или менее обособленных пучков.

Halobia austriaca Hisinger

(Средний триас) Табл. XVIII, рис. 4

Очертание створок четырехугольно-овальное, почти равностороннее, с макушкой, несколько приближенной к переднему краю. Створки совсем плоские. Переднее небольшое, чуть возвышающееся над поверхностью створки ушко хорошо отграничено широкой или узкой бороздкой. Замочный край прямой. Скульптура в виде радиальных широких плоских главных ребер, разделенных узкими неглубокими бороздками. Каждое ребро однодвумя бороздками небольшой длины разделено на два-три и более второстепенных ребрышка. На ребрах иногда заметна тонкая радиальная штриховатость. Наблюдаются тонкие концентрические линии нарастания и концентрические складочки и морщины (хорошо видны на макушке и на задней части раковины у замочного края, лишенных радиальных ребер). Переднее ушко то более широкое и гладкое, без радиальной бороздки, то более узкое с 1—2 бороздками.

Ceratites nodosus Bruguière

(Средний триас) Табл. XIX, рис. 1

Раковина, достигающая крупных размеров. Обороты сильно объемлющие, так что последующий оборот закрывает около половины предыдущего. Пупок ясно очерченный, умеренно широкий. Скульптура в виде редко расположенных на боковых сторонах радиальных, грубых округленных ребер, сильно утол-

щенных
цератит

(Верхний

Ракос

кой нес

треугол

ушко,

ного сво

ленных

вклинив

более т

наблюда

различия

вообще

скульпту

лишь ко

шихся э

Иногда,

пережим

частях р

Раков

неравнос

створкам

ушко хо

небольшо

та резко

правлению

вставления

рядков.

Раковина

краю. Левая

ушко слабо р

тура в виде

Раковина

оборотами. На

Пупок узкий,

щенных и загнутых вперед у наружного края. Лопастная линия
цератитовая.

Pseudomonotis caucasica Wittenburg

(Верхний триас; норийский ярус — норийско-рэтские слои) Табл. XVIII, рис. 2

Раковина косо-овальная, вытянутая в длину, с левой створкой несколько более выпуклой, чем правая. Заднее ушко плоское треугольное; у правой створки наблюдается крохотное биссусное ушко, часто несколько отклоняющееся вверх от первоначального своего положения. Скульптура раковины состоит из округленных радиальных ребер первого порядка в числе 16—18 и вклинивающихся между ними, несколько отступя от макушки, более тонких ребер второго порядка. Ребра третьего порядка наблюдаются лишь у самых крупных экземпляров. С возрастом различия в мощности ребер несколько сглаживаются, и ребра вообще становятся более плоскими и широкими. Радиальная скульптура не распространяется на заднее ушко, которое несет лишь концентрические струйки. Последние на хорошо сохранившихся экземплярах наблюдаются по всей поверхности раковины. Иногда, кроме них, присутствуют отдельные концентрические пережимы, причем они сильнее проявляются на передней и задней частях раковины.

Pseudomonotis ochotica Keyserling

(Верхний триас) Табл. XVIII, рис. 1

Раковина косо-округленного или косо-овального очертания, неравностворчатая, с более выпуклой левой и плоской правой створками. Прямой короткий замочный край. Заднее плоское ушко хорошо выражено на обеих створках; переднее в виде небольшого отростка только на правой створке. Раковина покрыта резко очерченными радиальными ребрами, число их по направлению к брюшному краю увеличивается путем простого вставления слабее выраженных ребер второго и третьего порядков.

Avicula contorta Portlock

(Верхний триас; рэтский ярус) Табл. XVIII, рис. 6

Раковина сильно скошенная, оттянутая и изогнутая к заднему краю. Левая створка выпуклая, правая — плоская. Переднее ушко слабо развито, заднее — крылообразное, с выемкой. Скульптура в виде тонких, но хорошо выраженных радиальных ребер.

Род *Pinacoceras* Mojsisovics

(Средний и верхний триас) Табл. XIX, рис. 3а, б

Раковина плоская, дисковидная, с очень высокими и тонкими оборотами. Наружный край заострен наподобие лезвия ножа. Пупок узкий, обороты сильно объемлющие.

Поверхность раковины гладкая или со слабыми складками. Лопастная линия чрезвычайно сильно изрезана.

г) Разрезы

Разрез триаса Альп

Несогласно на пермских отложениях залегает:

T_1 . Скифский ярус.

Красные конгломераты, песчаники, известняки, с *Pseudomonotis*, *Myophoria*, *Tirolites*.

Встречаются гипс и соль, иногда отпечатки *Voltzia*.

T_2^1 . Анизийский ярус.

Известняки черные, красные мраморовидные с цератитовой фауной, криноидеями и пелециподами.

T_2^2 . Ладинский ярус.

Известняки и доломиты с *Daonella* и мергели. Выше порфириты и туфы; слои известняков с фауной пелеципод и цефалопод, нередко коралловые известняки.

T_3 . Карнийский ярус.

Песчаники, мергели и известняки с многочисленными аммонитами.

T_3^2 . Норийский ярус.

Мощные известняки с аммонитами и *Monotis*.

Общая мощность триаса 4000—5000 м. Залегание сильно нарушенное. Часты надвиги.

Разрез триаса Северного Кавказа

T_1 . Скифский ярус.

В основании конгломераты и песчаники; выше — известняки с мергелистыми прослоями, с фауной *Pseudomonotis clarai* и другими пелециподами и песчанистые известняки с аммонитами. Мощность 320 м.

T_2 . Анизийский и ладинский ярусы.

Известняки и мергелистые сланцы с аммонитами и глинистые сланцы с *Posidonia* и *Daonella*. Мощность 300 м.

T_3 . Карнийский, норийский и рэтский ярусы.

В основании кварцевые конгломераты, выше песчаники с *Halobia* и известняки с аммонитами, *Pseudomonotis caucasica* и другими пелециподами. Мощность 450 м.

2. Юра

а) Расчленение юрской системы или периода в главном основано на фауне головоногих моллюсков-аммонитов и белемнитов. Приведем общепринятое деление юры (табл. 15).

б) Органический мир. Органический мир юрского периода имеет наиболее резко выраженный мезозойский облик.

Таблица 15

Отделы	Ярусы	Руководящие ископаемые
Мальм	Верхний волжский ¹ Нижний волжский Кимериджский Оксфордский Келловейский	<i>Virgatites virgatus</i> , <i>Perisphinctes panderi</i> , <i>Aucella mosquensis</i> , <i>Cardioceras cordatum</i> , <i>Cadoceras elatmae</i> , <i>Cosmoceras jason</i> , <i>Macrocephalites macrocephalus</i> , <i>Cylindroteuthis absoluta</i>
Доггер	Батский Байосский Ааленский	<i>Stephanoceras humphriesianum</i> , <i>Parkinsonia parkinsoni</i> , <i>Trigonia navis</i>
Лейас	Тоарский Домерский Плинсбахский Лотарингский Синемюрский Геттангский	<i>Gryphaea arcuata</i> , <i>Hildoceras bifrons</i> , <i>Amaltheus margaritatus</i> , <i>Arietites bucklandi</i>

¹ Нижнему и верхнему волжским ярусам в Средиземноморской зоне соответствует титонский, а в Зап. Европе — портландский.

Именно в этом периоде достигают наибольшего распространения и развития те группы растений и животных, которые свойственны почти исключительно мезозою.

В растительном мире такими типично мезозойскими группами являются цикадовые и гинкго; в животном мире — белемниты, аммониты, гигантские рептилии.

Пережитки палеозойской фауны составляют здесь уже редкое исключение, представители же будущего кайнозойского органического мира лишь начинают появляться.

Юрская флора в начале периода теснейшим образом связана с верхнетриасовой, да и по существу, дальнейшее развитие юрской флоры характеризуется не появлением каких-нибудь новых групп растительного мира, а увеличением разнообразия родового и особенно видового состава. Безусловно главенствующее положение принадлежит голосеменным растениям, из которых особенно многочисленны хвойные и цикадофиты (саговые и беннеттиты). Хвойные характеризуются широким развитием араукариевых. Цикадовые весьма часты, среди них можно назвать такие роды, как *Cycadites*, *Ptilophyllum*, *Taeniopteris*, *Pterophyllum*. Часто встречаются представители гинкговых — *Ginkgoites*, *Sphenobaiera*, *Czekanowskia*.

Среди папоротников, кроме форм обычного облика, таких как *Cladophlebis*, *Coniopteris*, появляется ряд форм со сложным

сетчатым жилкованием и широкими листьями — *Hausmannia*, *Weichselia*. Хвощевые юры очень близки с хвощевыми триаса. Лепидофиты почти совсем исчезли.

Юрская флора всего земного шара, особенно в первую половину периода, отличается удивительным однообразием, свидетельствуя о существовании тогда ровного, мягкого климата на обширных участках всех континентов.

Лишь во второй половине юры климат становится в некоторых областях более суровым и появляется возможность выделить на всех материках, исключая Америку, области распространения различных растительных сообществ — тропическую и субтропическую области с развитием цикадофитов и папоротников и область северную, хвойно-таежную, с преимущественным развитием хвойных. Благодаря исключительному богатству юрской флоры и благоприятствовавшим геологическим условиям с отложениями этого возраста связаны громадные угольные залежи.

Переходя к характеристике фауны беспозвоночных, мы видим, что в юрский период наиболее широкого распространения достигли аммониты и белемниты; они являются основой детальной стратиграфии.

Простейшие представлены преимущественно мелкими фораминиферами, не являющимися в юрское время породообразователями, однако, стратиграфическое значение их весьма велико.

Губки встречаются в большом количестве, как известковые (*Calcispongia*), так и кремневые (*Silicispongia*).

Впервые они выступают в роли породообразующих организмов, слагая порою так называемые „губковые слои“.

Кишечнополостные — почти исключительно шестилучевые кораллы, среди которых встречаются и одиночные (*Montlivaultzia*) и колониальные рифостроящие формы (*Favia*, *Thamnastrea*).

Брахиподы довольно многочисленны, но представлены преимущественно двумя семействами: теребратулидами и ринхонеллидами, в лейасе встречаются еще последние спирифериды.

Мшанки и черви большого геологического значения не имеют.

Моллюски в юрское время оказываются наиболее важной в стратиграфическом отношении группой морских беспозвоночных. В это время, как и в триасе, наиболее важной для геолога фауной оказываются головоногие моллюски, но пластинчатожаберные, а также и брюхоногие, дают уже много очень существенных руководящих родов и видов.

Головоногие моллюски. Несмотря на то, что из триаса в юру переходят лишь представители единственного семейства *Phylloceratidae*, с самого начала юрского периода мы находим богатейшую аммонитовую фауну. Происхождение этой фауны до сих пор остается невыясненным. Повидимому, она распространилась в юрских морях из какого-то бассейна, до сих пор остающегося скрытым от нас. Такая фауна носит название криптогенной.

Юрская аммонитовая фауна отличается развитием форм исключительно с аммонитовой лопастной линией. Впервые появляются аммониты с аптихами. Благодаря своей многочисленности и быстрому исчезновению в вертикальном направлении отдельных видов и родов эта фауна имеет наибольшее стратиграфическое значение, давая возможность весьма дробного, до зон, расчленения морских юрских толщ.

Кроме аммонитов, в юрское время чрезвычайно многочисленна и широко распространена и другая группа головоногих — белемниты. Среди них встречаются и мелкие и очень крупные формы, весьма разнообразные как по видовой, так и по родовой принадлежности. В качестве руководящей формы они играют очень большую роль.

Пластинчатожаберные моллюски отличаются уже значительным разнообразием, хотя по преимуществу принадлежат еще к одномускульным (*Monomyaria*) — *Ostrea*, *Gryphaea*, *Aucella*, *Inoceramus*. Многие из них служат хорошими руководящими ископаемыми.

Брюхоногие моллюски также дают руководящие формы. Интересно отметить такой род, как часто встречающаяся в верхнеюрских слоях *Nerinea*, обитавшая среди коралловых рифов, подверженных прибою. Для увеличения прочности раковины *Nerinea* имеет дополнительные известковые образования в виде спиральных складок во внутренней полости раковины.

Членистоногие. Среди водных членистоногих многочисленны длиннохвостые раки, крабы встречаются редко. Вообще же стратиграфическая роль этих животных очень незначительна. Среди наземных членистоногих впервые появляются бабочки.

Позвоночные. Рыбы. Весьма разнообразными и многочисленными становятся селахии. Кроме различных акул, впервые в юре появляются скаты.

Ганоидные рыбы сильно сокращаются. Костистые, появившиеся в триасе, в юрское время развиваются очень слабо и играют очень незначительную роль.

Амфибии. После вымирания стегоцефалов юрские амфибии представлены мелкими формами, относящимися к группе бесхвостых амфибий (*Anura*), к которым принадлежит и современная лягушка.

Рептилии в юрское время являются группой, господствующей среди позвоночных. В чрезвычайном разнообразии представлены и наземные, и водные, и летающие ящеры. Благодаря этому юрский период нередко называют „веком рептилий“. Среди морских рептилий достигают расцвета ихтиозавры и плезиозавры. Наземные ящеры — динозавры, — особенно травоядные формы, отличаются чрезвычайно непропорциональными размерами туловища и головы. При колоссальных размерах туловища голова имеет относительно малую величину. Эту особенность юрских

рептилий легко объяснить, если вспомнить о ровном, мягком климате юры, обилии растительности и относительно тектоническом покое. Создавшаяся благоприятная обстановка не давала толчка к большому развитию головного мозга.

Птицы. Впервые в верхнеюрских отложениях найдены остатки первых птиц (*Archaeopteryx* и *Archaeornis*). Это были еще ненастоящие птицы, но переходные формы от рептилий к птицам. Они имели зубы, двурядное хвостовое оперение с продолжением позвоночника в хвостовую часть, склеротическое кольцо вокруг глаза, двояковогнутые позвонки и целый ряд других признаков рептилий. Наряду с этим они были уже теплокровными животными, имели защитный покров из перьев и были снабжены крыльями (правда еще с остатками когтей), что в значительной мере сближало их с птицами.

Млекопитающие, как и в триасе, представлены неполными находками мелких форм, принадлежавших, повидимому, тем же группам, что и триасовые, и возможно однопроходным.

в) Руководящие ископаемые

Gryphaea arcuata Lamarck

(Нижняя юра; нижний лейас) Табл. XX, рис. 2а, б

Раковина довольно массивная, вытянутая в высоту и сжатая в передне-заднем направлении. Левая створка сильно выпуклая, с массивной, сильно загнутой внутрь макушкой, правая — маленькая, слегка вогнутая, крышечкообразная. Поверхность раковины покрыта листоватыми концентрическими знаками нарастания. От макушки к брюшному краю на обеих створках, особенно на левой, проходит глубокая бороздка.

Arietites (Coroniceras) bucklandi Sowerby

(Нижняя юра; нижний лейас) Табл. XXI, рис. 3а, б

Раковина более или менее плоская с почти эволютным завиванием с широким пупком. Наружная сторона слегка приплюснутая; на ней проходит киль, резко отграниченный двумя глубокими бороздками. Скульптура в виде немногочисленных, слегка изогнутых вперед, довольно резко очерченных и массивных ребер.

Amaltheus margaritatus Montfort

(Нижняя юра; средний лейас, домерский ярус) Табл. XXII, рис. 3а, б

Плоская раковина со слабо выпуклыми боковыми сторонами, с высоким стрельчатым поперечным сечением полуинволютных оборотов и относительно узким пупком. На наружной стороне угловатый, резко отграниченный киль в виде канатика. На боках серповидно изогнутые округленно очерченные, ближе к наружной стороне почти плоские поперечные ребра и тонкие продольные струйки.

Hildoceras bifrons Bruguière

(Нижняя юра; верхний лейас; тоарский ярус) Табл. XX, рис. 3а, б

Раковина плоская. Обороты мало объемлющие. Сечение оборотов прямоугольное, несколько вытянутое в высоту и немного расширенное в средней части. Вдоль всей раковины посредине боковых сторон проходит глубокая бороздка. Книзу от нее боковая поверхность оборотов гладкая, кверху — наблюдаются сильно изогнутые, обращенные выпуклостью назад, невысокие ребра.

На сифональной стороне находится продольный киль с двумя бороздками по сторонам.

Dactiloteuthis irregularis Schlotheim

(Нижняя юра; верхний лейас; тоарский ярус) Табл. XXVI, рис. 3а, б

Пальцевидный ростр средних размеров, цилиндрического очертания, с коротким округлым задним концом. На нем приближенно к брюшной стороне выдается короткое заострение. Боковые стороны слегка уплощены. Поперечное сечение имеет форму высокого овала, сдавленного с боков. Глубина альвеолы несколько превышает половину длины ростра.

Trigonia navis Lamarck

(Средняя юра; нижний аален) Табл. XXIV, рис. 4

Форма раковины треугольная, удлиненная и уплощенная сзади, несколько вздутая и усеченная спереди. Боковая поверхность несет то вертикальные, то изогнутые назад, то слабо сигмоидальные ребра, образованные рядами бугорков большей или меньшей величины, иногда почти сливающихся. Перегиб в передней части боковой поверхности отмечен крупными бугорками, отделенными от боковых ребер довольно широким гладким пространством. От этих бугорков начинаются поперечные ребра, идущие к переднему краю раковины, постепенно утоньшаясь. Эти ребра левой створки чередуются с такими же правой. Арея относительно гладкая, имеет срединную борозду. По обеим сторонам от ареи расположены кили, хорошо выраженные только у макушки. Последняя приплюснута и направлена назад. Щиток сильно вдавленный, но у краев створок поднимается в виде очень выдающегося кия.

Stephanoceras humphriesianum Sowerby

(Средняя юра, верхний байос) Табл. XXIII, рис. 2а, б

Раковина сильно выпуклая, пупок средней ширины, довольно глубокий. Обороты слабо инволютные, покрывающие около пятой части предшествующих, округлые в поперечном сечении, немного

сдавленные сверху вниз. Боковые поверхности округлы, на внутренних оборотах довольно круто опускаются к широкому и глубокому пупку. Наружная сторона равномерно выпукла, имеет также округлое очертание. Скульптура состоит из начинающихся от шва прямых ребер, образующих выше середины боковой поверхности бугорки, от которых отходит по два, чаще по три внешних ребра, пересекающих наружную сторону оборота, не изгибаясь и не прерываясь. Соотношение числа внешних и внутренних ребер определяется цифрой 2,4—2,9.

Parkinsonia parkinsoni Sowerby

(Средняя юра; верхний байос, нижний бат) Табл. XXI, рис. 1а, б

Раковина почти плоская, дискоидальной формы, со слабо инволютными оборотами и широким мелким пупком. Поперечное сечение несколько сжатых с боков оборотов овальное. Скульптура в виде довольно резко очерченных прямых радиальных ребер. В верхней части боковых сторон ребра раздваиваются, причем передняя ветвь несколько загибается вперед. У середины наружной стороны ребра прерываются продольной гладкой бороздкой, по краям которой концы ребер располагаются в чередующемся порядке.

Cadoceras elatmae Nikitin

(Верхняя юра; нижний келловей) Табл. XXIII, рис. 1а, б

Раковина массивная, сильно поперечно вздутая, с полуинволютным завиванием оборотов и глубоким коническим пупком. Поперечное сечение очень низких оборотов — округленно-трапециодальное, с широкой полого-выпуклой наружной стороной, с возрастом заметно меняющееся. Скульптура на поверхности первых (внутренних оборотов) в виде хорошо выраженных ребер; на последних (внешних или взрослых) оборотах ребра выражены слабее — в виде удлиненных и загнутых вперед бугорков в месте перелома поперечного сечения раковины.

Cosmoceras jason Reinecke

(Верхняя юра; средний келловей) Табл. XXII, рис. 2

Раковина довольно плоская, с возрастом уплощается еще более. Обороты весьма объемлющие, пупок узкий. Сечение оборотов почти прямоугольное, вытянутое в высоту и суженное к плоской внешней стороне. Скульптура представлена тремя рядами бугорков и соединяющих их ребер. Нижний ряд бугорков расположен на пупковом крае, где от них начинаются короткие несколько наклоненные вперед ребра, заканчивающиеся у среднего ряда бугорков. От этого последнего отходят по 2—3 внеш-

них более тонких ребра, между которыми иногда наблюдаются промежуточные ребра. Каждое из этих ребер заканчивается маленькими острыми бугорками, расположенными на перегибе боковой стороны к наружной.

Erimnoceras coronatum Bruguiere

(Верхняя юра; средний келловей) Табл. XXV, рис. 2а, б

Раковина толстая, сильно вздутая. Обороты весьма объемлющие, образующие глубокий пупок с крутыми стенками. Сечение низких оборотов округленно-трапециoidalное и остается одинаковым во всех стадиях роста раковины. Скульптура состоит из простых толстых округленных ребер, на пупковом краю образующих бугорки и кверху разделяющихся на два, переходя без перерыва через наружную сторону.

Macrocephalites macrocephalus Schlotheim

(Верхняя юра; келловей) Табл. XXII, рис. 1а, б

Раковина вздутая. Обороты сильно объемлющие, округленные и несколько сжатые с боков. Наибольшая ширина раковины у пупка. Пупок узкий, глубокий, с отвесными стенками. Ребра начинаются у пупкового края, слегка изгибаясь назад. Переходя на наружную сторону, они несколько наклоняются вперед от радиуса. Приблизительно на высоте $\frac{1}{2}$ боковой стороны от пупка ребра разделяются на 2—3 ветви и здесь же между соседними начальными ребрами появляется по одному дополнительному ребру. На наружной стороне все ребра расположены равномерно, одинаковы по ширине и по высоте.

Cardioceras cordatum Sowerby

(Верхняя юра; оксфорд) Табл. XXVI, рис. 2а, б, в

Раковина довольно плоская, линзовидная, со стрельчатым или удлинненно-сердцевидным поперечным сечением более или менее инволютных оборотов и узким пупком. Скульптура в виде ребер, которые посредине боковой стороны образуют бугорчатое утолщение и затем ветвятся на два или три новых ребра, которые изогнуты вперед и, соединяясь на заостренной наружной стороне, образуют зубчатый киль в форме пики.

Aspidoceras acanthicum Oppel

(Верхняя юра; верхний кимеридж) Табл. XXIV, рис. 2

Раковина дискоидальная, сжатая с боков, с закругленной наружной стороной, без кия. Обороты довольно объемлющие, пупок составляет $\frac{1}{3}$ диаметра раковины. Сечение округленное, причем высота оборота равна ширине.

Раковина вообще гладкая, но имеет постоянный ряд наклоненных к пупку бугорков, расположенных по краю пупка и менее устойчивый ряд бугорков посредине боковой поверхности. Последний с возрастом исчезает.

Pachyteuthis panderi d'Orbigny

(Верхняя юра; келловей, оксфорд, кимеридж) Табл. XXVI, рис. 4

Ростр сравнительно короткий, но толстый, цилиндрический, немного сдавленный с боков. Заострение охватывает более $\frac{1}{3}$ длины. Очертание альвеолы округленно-прямоугольное. Длина альвеолы составляет более половины длины ростра. На брюшной стороне заостренной части ростра имеется короткая продольная бороздка (вдавленность).

Exogyra virgula d'Orbigny

(Верхняя юра; верхний кимеридж) Табл. XXI, рис. 4а, б

Раковина небольшая, сильно вытянутая в длину и изогнутая в виде запятой (отсюда видовое название — *virgula* — запятая).

Наибольшая ширина в середине раковины. Левая створка выпуклая, правая почти плоская. Макушка маленькая, спирально загнутая. Левая створка покрыта тонкими радиальными струйками и концентрическими линиями нарастания. Правая — только этими последними. Вдоль створок проходит киль.

Virgatites virgatus Buch

(Верхняя юра; нижний волжский ярус) Табл. XXI, рис. 2

Раковина средней толщины, наибольшей в средней части. Обороты довольно объемлющие, оставляющие широкий пупок. Сечение оборотов овальное, суженое у наружной стороны. Высота у взрослых экземпляров превосходит ширину.

Скульптура отличается резко выраженным пучкованием ребер, дважды раздваивающихся (бидихотомных) на молодых оборотах и виргатитовых на более взрослых оборотах (ветвление на 4—8 ребер, причем от главного ребра спереди последовательно отделяются к наружной стороне все более короткие ребра). На последних оборотах экземпляров значительного диаметра наблюдается возвращение и бидихотомному ветвлению.

Perisphinctes (Pavlovia) nikitini Michalski

(Верхняя юра, нижний волжский ярус) Табл. XXIV, рис. 1

Раковина довольно толстая. Сечение оборотов более высокое, чем широкое. Обороты слабо объемлющие, боковая поверхность слабо выпуклая, на средних оборотах несколько приплюснутая.

Пупок широкий, пупковый край оборотов крутой, гладкий. Скульптура представлена начинающимися вблизи от шва радиальными ребрами, сравнительно крупными и редкими, отчетливо наклоненными вперед от радиуса в нижней части боковых сторон. В верхней части они делятся на две-три ветви, без перерыва переходящие через наружную сторону. Между пучками иногда имеются один-два, не причленяющихся к основным, дополнительных ребра.

Средние обороты обычно несут 4—5 отчетливых пережимов.

Cylindroteuthis absoluta Fischer

(Верхняя юра; нижний волжский ярус) Табл. XXVI, рис. 1а, б

Ростр длинный, умеренно толстый, цилиндрический. Заострение заднего конца короткое. Поперечное сечение роstra овальное, сдавлено в спинно-брюшном направлении. Длина альвеолы менее $\frac{1}{3}$ длины роstra. Имеется легкая уплощенность роstra с брюшной стороны, где проходит длинная борозда, начинающаяся на острие и исчезающая вблизи начала альвеолы.

Craspedites nodiger Eichwald

(Верхняя юра; верхний волжский ярус) Табл. XXV, рис. 1а, б

Раковина вздутая. Обороты сильно объемлющие, с глубоким пупком. Сечение оборотов округленное, у молодых экземпляров вытянутое в высоту, а у взрослых — в ширину.

Скульптура изменяется с возрастом оборотов. На начальных оборотах она представлена почти радиальными, собранными в пучки вблизи пупкового края, ребрами, слабо изогнутыми вперед. Внешние части ребер округлые, часто расположенные. С ростом раковины нижние части ребер сглаживаются, а в месте их ветвления развиваются бугорки. В дальнейшем исчезают и наружные части ребер и на гладкой поверхности раковины сохраняются лишь расположенные в нижней части боковой поверхности удлиненные бугорки.

Pachyteuthis russiensis d'Orbigny

(Верхняя юра; верхний волжский ярус) Табл. XXVI, рис. 5а, б

Ростр короткий, сдавленный в спинно-брюшном направлении. Заострение заднего конца короткое, менее $\frac{1}{4}$ длины. Брюшная сторона уплощена, в ее задней части, на острие имеется короткая борозда.

Aucella mosquensis Buch

(Верхняя юра; нижний и верхний волжские ярусы) Табл. XXIV, рис. 3а, б

Умеренно-выпуклая, неравностворчатая и неравносторонняя, косоудлиненная раковина. Более выпуклая левая створка с сильно загнутой макушкой; правая почти плоская створка с несколько отогнутой назад небольшой макушкой и маленьким ложковидным

передним ушком, входящим в треугольную шарнирную ямку под макушкой левой створки. Тонкая concentрическая скульптура.

Gryphaea dilatata Sowerby

(Верхняя юра) Табл. XX. рис. 1а, б

Очертание раковины круглое. Наибольшая ширина в середине раковины. Левая (большая) створка равномерно выпуклая в виде полушария. Продольный пережим отделяет заднее крыловидное продолжение. Правая (малая) створка плоская (вогнутая). Макушка большой створки небольшая, острая и загнутая. Поверхность имеет грубые редкие, с неправильными промежутками, следы нарастания и немногочисленные радиальные струйки. На большой створке от макушки к брюшному краю тянется продольная бороздка, которой отвечает вырез брюшного края.

Род *Nerinea* DeFrance

(Юра — мел, главным образом верхняя юра) Табл. XXVI, рис. 6

Раковина башенковидная, массивная, большей частью без пупка. Устье с коротким каналовидным продолжением. Во внутренней полости три сильные спиральные складки, расположенные на столбике и на стенках оборотов, проходящие через всю раковину. Наружная губа тонкая, вверху у шовной линии с щелевидным вырезом, при зарастании оставляющим след в виде шовной полосы.

г) Разрезы

Сводный разрез юры Московской мульды

В окрестностях г. Москвы неровная поверхность известняков каменноугольного возраста пересечена продольными котловинами, заполненными песками речного типа. На юге бассейна на известняках карбона развиты бурые железные руды, перекрытые верхнеюрскими отложениями. Возраст железных руд и песков в котловинах предположительно ниже- или среднеюрский.

J₃ келловей. Нижний подъярус представлен в восточной части района черными глинами с фауной *Cadoceras elatmae* и *Macrocephalites macrocephalus*. К западу от Рязани они переходят в песчано-глинистую толщу пресноводного происхождения. Средний и верхний келловей — серая глина с фосфоритами, серым колчеданом и фауной *Quenstedticeras lamberti* и белемнитами. Средняя мощность 20 м.

J₃ Оксфорд. Глины с фауной *Cardioceras cordatum*. Средняя мощность 15 м.

J₃ Кимеридж большей частью размыт, сохранился частично на небольших участках, будучи представлен темными глинами.

J₃ Нис
и пески
mosquens
J₃ Вер
чаники
фосфорит

В Гор
ниже-юр
кристалл
Нижн
варцован
ный граф
и лавовые
Темно
Средни
лотненные
Верхн
глинистых
и туфоген
Верхн
Средняя м

а) Расч
известны п
ний, средн
ление (табл

Отделы	
Верхний мел	Дат Маа Кам Сант Конь Туров Сеном
Нижний мел	Альб Апт Баррем Готерм Валанж

J₃ Нижний волжский ярус. В основании фосфориты, выше глины и пески с *Virgatites virgatus*, *Cylindroteuthis absoluta* и *Aucella mosquensis*. Средняя мощность 6 м.

J₃ Верхний волжский ярус: глауконитовые и железистые песчаники и пески с фауной аммонитов (*Craspedites nodiger*) и фосфоритовыми конкрециями. Средняя мощность 15 м.

Разрез юры Горной Осетии

В Горной Осетии на северном склоне Большого Кавказа ниже-юрские накопления ложатся непосредственно на древний кристаллический субстрат.

Нижний лейас. В основании базальные конгломераты и окварцованные песчаники, с которыми связан горизонт, обогащенный графитом. Выше глинистые сланцы, туфы, туфопесчаники и лавовые потоки. Мощность 350 м.

Темносерые толстоплитчатые песчаники. Мощность 300 м.

Средний лейас. Глинистые сланцы черного цвета, сильно уплотненные, доведенные до степени аспидных. Мощность до 1500 м.

Верхний лейас и средняя юра. Свита бурых песчаников и глинистых сланцев, характерна сферосидеритовыми конкрециями и туфогенным материалом. Мощность до 1500 м.

Верхняя юра. Преимущественно известняки с аммонитами. Средняя мощность 300 м.

3. Мел

а) *Расчленение мела* принято обычно на два отдела, хотя известны предложения и о тройственном его разделении на верхний, средний и нижний. Приводим господствующее в СССР деление (табл. 16).

Таблица 16

Отделы	Ярусы	Руководящие ископаемые
Верхний мел	<div> Датский Маастрихт Кампан Сантон Коньяк Турон Сеноман </div> } сенон	<i>Nautilus danicus</i> , <i>Belemnitella lanceolata</i> , <i>B. mucronata</i> , <i>Baculites</i> , <i>Scaphites</i> , <i>Schloenbachia varians</i> , <i>Gryphaea vesicularis</i> , <i>Inoceramus balticus</i> , <i>Pteria tenuicostata</i> , <i>Echinocorys ovatus</i>
Нижний мел	<div> Альб Апт Баррем Готерив Валанжин </div> } неоком	<i>Hoplites dentatus</i> , <i>Deshayesites deshayesi</i> , <i>Hoplites rjasanensis</i> , <i>Polyptichites keyserlingi</i> , <i>Simbirskites versicolor</i> , <i>Duvalia</i> .

б) *Органический мир*. Меловой период, завершающий мезозойскую эру, отличается, с одной стороны, присутствием многих, характерных для мезозоя групп ископаемых, с другой стороны, появлением уже кайнозойских форм. Эти особенности придают своеобразный облик флоре и фауне мелового периода.

Заметное изменение в составе животных и растений наблюдается уже на границе нижнего и верхнего мела. Это особенно относится к флоре, которая почти нацело обновляется и приобретает кайнозойский облик.

В нижнемеловую эпоху растительность имеет еще типично мезозойский характер. Преобладающее развитие принадлежит попрежнему голосеменным растениям, хотя некоторые группы их (гинкговые) значительно обедняются. Достигают расцвета беннеттиты. Хвойные дают первые секвойи (*Sequoia*), очень многочисленны папоротники, но уже к концу нижнего мела к этому комплексу мезозойской флоры понемногу начинает примешиваться совершенно новый элемент. Появляются первые покрытосеменные растения. Находки их сделаны в различных частях земного шара.

С начала верхнего мела флора покрытосеменных захватывает все большие ареалы распространения и, наконец, становится господствующей. Среди нее встречаются и однодольные и двудольные растения. Особенно многочисленны последние. Среди них большое количество современных родов: тополь, береза, лавр, дуб, виноград. Особенно широко распространен исключительно меловой род из платановых — *Credneria*. Очень характерна *Magnolia*, с древесиной, типичной для голосеменных. Среди однодольных растений известны уже пальмы.

Значение папоротников и цикадофитов резко сокращается. Папоротники тоже принимают облик, близкий к современному (сем. *Polypodiaceae*). Впервые появляется травянистый покров. В это время хорошо различаются фитогеографические провинции, связанные с наличием различных климатических поясов.

Простейшие. К меловому периоду относится вторая вспышка в развитии фораминифер. Мы снова встречаемся с крупными бентонными фораминиферами, имеющими большое значение как руководящие ископаемые и как породообразователи. Это крупные дисковидные формы: в нижнемеловое время характерна *Orbitolina*, а в верхнемеловое — *Orbithoides*. Кроме бентонных, чрезвычайно широко распространены и многочисленные планктонные формы. Раковинки этих мелких фораминифер, скопляясь в колоссальных количествах в тихих, спокойных частях морских бассейнов верхнего мела, создали специфическую верхнемеловую фацию пишущего мела. Мощность этого пишущего мела достигает иногда многих десятков метров.

Губки. Этот тип беспозвоночных впервые в истории земной коры достигает расцвета. В меловое время большое распространение получают и кремневые и известковые губки, которые не

только являются пороодообразователями, но имеют весьма существенное стратиграфическое значение (*Ventriculites*).

Кишечнополостные. Широко распространены шестилучевые кораллы. Среди них имеются и одиночные, и колониальные формы. Часты восьмилучевые кораллы, впервые появившиеся, повидимому, с триаса.

Иглокожие представлены главным образом морскими ежами и морскими лилиями. Среди последних многочисленны плавающие бесстебельчатые формы (*Uintacrinus*, *Marsupites*).

Среди морских ежей развиты, как правильные, так и неправильные. Такие неправильные морские ежи, как *Toxaster* (Cr_1), *Echinocorys* (Cr_2), свойственны исключительно мелу. Появляются первые спатангиды (*Spatangidae*), которые достигают расцвета уже в начале третичного периода.

Брахиподы, как и в юре, принадлежат главным образом семействам теребратулид и ринхонеллид. Достигает расцвета примитивный, существующий с кембрия, род *Crania*.

Моллюски. Пластинчатожаберные моллюски, как и в осадках юрского периода, часто представлены устрицами. Очень широко распространен и имеет большое стратиграфическое значение род *Inoceramus*, весьма часты тригонии. Специфически меловой группой являются рудисты (*Hippurites*). Это формы, ведущие прикрепленный образ жизни. Вследствие этого у некоторых из них в прикрепляющейся створке развиваются днища подобно тому, как это имеет место у кораллов (конвергенция).

Брюхоногие моллюски сильно приближаются по характеру к современным. Своеобразная *Nerinea* вымирает в начале мела. Часто встречается исключительно меловой род *Actaeonella*, обитающий вместе с рудистами в теплых морях. Появляются многие третичные и современные роды.

Головоногие моллюски, как и в предыдущих периодах, продолжают играть главенствующую роль.

Из юрской аммонитовой фауны в мел переходят лишь некоторые семейства, из которых и развивается вся многочисленная и разнообразная фауна аммонитов мела. Очень часто встречаются аммониты с неправильным завиванием раковины. Это либо прямые (*Baculites*), либо полуразвернутые (*Crioceras*, *Scaphites*), либо свернутые в нисходящую спираль, и тому подобные формы. Появление в мелу большого количества аммонитов с неправильным завиванием раковины рассматривалось как один из признаков вырождения перед окончательным их вымиранием. Однако более пристальное изучение показало, что аномальное завивание, хотя и менее часто, встречается и у юрских, и у триасовых аммонитов, т. е. в самом начале развития аммонитовой ветви, что делает маловероятным указанное предположение. Помимо этого, аномально завитые формы встречаются среди наиболее устойчивых, жизнеспособных семейств, таких, как *Lytoceratidae* и др.

Все изложенное свидетельствует о том, что искать объяснения этому явлению надо не в „старении“ группы аммонитов, а скорее всего здесь нужно видеть специализацию в связи с изменением образа жизни, приспособление к изменившимся условиям существования. Очевидно, как явление специализации нужно понимать и упрощение перегородочной линии. Как правило, перегородочная линия меловых аммонитов чрезвычайно сложная, но у некоторого количества родов она упрощается до стадии цератитовой и даже иногда гониатитовой.

Сильно меняется облик белемнитовой фауны. В нижнем мелу, кроме белемнитов с обычной формой ростра, встречается род *Divalia*, обладающий неправильным, сплюснутым как бы деформированным ростром.

В верхнем мелу распространены почти исключительно роды *Actinocamax* и *Belemnitella*. Из наутилоидных головоногих часто встречается *Nautilus*.

Членистоногие сильно приближаются к современным. Часты десятиногие раки, крабы.

Рыбы. Быстро развиваются и становятся господствующими костистые рыбы. Часты находки зубов акул, среди которых встречаются гигантские формы из кархарид (*Carcharidae*), достигающие расцвета уже позднее, в третичное время.

Амфибии. Появляются хвостатые амфибии, обитающие в пресноводных бассейнах.

Рептилии. В меловое время продолжается процветание гигантских рептилий, существовавших и в юре. Особенного расцвета достигают наземные рептилии — динозавры. Среди них можно назвать много типично меловых родов. Таковы *Iguanodon*, *Triceratops* и др.

Многочисленны и летающие ящеры — птерозавры. Известны гигантские формы, размеры которых достигают до 8 м в размахе крыльев. Таким гигантом является меловой *Pteranodon*. Морские бассейны населены водными пресмыкающимися. Сюда переходят из юры ихтиозавры и плезиозавры. В верхнемеловых отложениях встречаются громадные змееобразные водные рептилии мозазавры.

Птицы пока еще остаются зубастыми, наследующими ряд признаков рептилий, но количество этих признаков уменьшается. Это преимущественно водоплавающие или обитающие на морских побережьях формы (*Hesperornis*, *Ichthyornis*). Появляются первые беззубые птицы.

Млекопитающие, как и в юре, представлены низшими, примитивными формами. Впервые появляются плацентные млекопитающие.

* *

Конец мелового периода знаменуется крупнейшими орогеническими движениями ларамийской фазы нового альпийского орогенического цикла.

Изменения условий жизни, как на суше, так и в море, которые повлек за собой этот орогенез, были настолько велики, что многие группы животных, и беспозвоночных и позвоночных, не сумели быстро перестроиться и примениться к новым условиям. Это явилось причиной массового вымирания крупных, находившихся в состоянии расцвета, фаунистических групп. Среди беспозвоночных на границе мезозоя и кайнозоя, — одни несколько ранее, другие немного позднее, — полностью вымирают белемниты и аммониты, многие роды пластинчатожаберных и брюхоногих моллюсков (*Inoceramus*, *Hippurites*) и ряд типично мезозойских родов из других типов беспозвоночных. Совершенно исчезают все гигантские рептилии, только что находившиеся в апогее своего развития. Вымирают зубастые птицы. Таким образом, на границе мезозоя и кайнозоя органический мир претерпевает крупнейшие изменения и в следующей кайнозойской эре значительно обновляется.

в) Руководящие ископаемые

Hoplites (Rjasanites) rjasanensis Nikitin

(Нижний мел; нижний валанжин) Табл. XXVII, рис. 5а, б

Раковина средней толщины; обороты мало объемлющие. Сечение оборотов высокое, трапециoidalное с плоской наружной стороной и слабо выпуклыми боковыми сторонами. Скульптура состоит из сравнительно редких, отчетливо выраженных и изогнутых вперед, ребер, разветвляющихся на середине боковой стороны. Ребра несколько сглаживаются, но не прерываются на наружной стороне.

Polyptichites keyserlingi Neumayer

(Нижний мел; валанжин) Табл. XXVIII, рис. 2

Раковина толстая, вздутая. Толщина последнего оборота немного более половины диаметра раковины. Ширина пупка достигает одной трети диаметра раковины. Последующие обороты перекрывают предыдущие приблизительно на две трети. Боковые стороны оборотов выпуклые; наибольшая толщина оборотов находится у пупкового края.

На последнем обороте насчитывается до 15—16 ребер, начинающихся на стенках пупка. При переходе на боковую сторону они сильно приподнимаются и заостряются, заканчиваясь острым бугорком. С каждым бугорком связан пучок ребер — чаще в числе трех (реже двух). Некоторые из этих начальных ветвей (один — два) снова дихотомируют около середины боковой поверхности. Наблюдаются случаи образования ветвей третьего порядка.

Simbirskites versicolor Trautschold

(Нижний мел; верхний готерив) Табл. XXVIII, рис. 3а, б

Раковина крупная с толстыми слабо объемлющими оборотами. По мере роста раковины толщина оборотов увеличивается

и уменьшается относительная высота их. Пупок широкий. Сечение оборотов округлое. Скульптура в виде грубых ребер, раздваивающихся вблизи от наружной стороны и несущих в месте раздвоения (на молодых оборотах) бугорки. Устье почти полукруглое с небольшой выемкой внизу для предыдущего оборота.

Deshayesites deshayesi Leymerie

(Нижний мел; нижний апт) Табл. XXVIII, рис. 4

Раковина более или менее уплощенная, более выпуклая у молодых экземпляров. Обороты перекрывают предыдущие до половины их высоты; ширина пупка составляет 0,25 диаметра.

Скульптура состоит из грубых чередующихся длинных и коротких ребер. Ребра идут, изгибаясь наклонно вперед, и пересекают сифональную сторону. Они выступают сильнее у пупкового и сифонального краев. Длинные ребра начинаются у пупкового края, короткие — на боковой поверхности, где они приближаются к главным ребрам, но присоединяются к последним лишь в редких случаях.

Duvalia lata Blainville

(Нижний мел; неоком) Табл. XXVIII, рис. 1a, б

Ростр средней величины, сдавленный с боков; поперечное сечение овальное. Нижняя часть расширена в спинно-брюшном направлении, причем брюшная сторона выгнута значительно более, чем спинная. Острие приближено к спинной стороне. В верхней части последней проходит бороздка, достигающая середины или даже нижней трети ростра.

Hoplites dentatus Sowerby

(Нижний мел; средний альб) Табл. XXVIII, рис. 5

Раковина довольно плоская. Обороты округленно-трапециoidalного сечения, с ростом становятся более высокими. Они перекрывают предыдущие, более чем на $\frac{1}{2}$ их высоты. Наибольшая толщина оборотов находится у пупкового края и боковые стороны наклонены к наружной. Скульптура состоит из ребер, которые вблизи пупкового края несколько вздуты и приподняты (гребневидны). В нижней трети боковой поверхности каждое ребро раздваивается; связь ветвей между собой на наружном обороте большей частью утрачивается; одна из них принимает характер дополнительного ребра. На боковых сторонах все ребра изгибаются вперед, по краям наружной стороны каждое ребро кончается бугорковидным утолщением, вытянутым в косом направлении вперед. На жилой камере ребра значительно сглажены.

Douvilleiceras mamillare Schlotheim

(Нижний мел; средний альб) Табл. XXVIII, рис. 6а, б

Раковина весьма вздутая. Обороты умеренно объемлющие. Сечение оборотов почти круглое. Скульптура состоит из прямых толстых поперечных ребер трапециoidalного сечения, украшенных многочисленными бугорками, и гладких желобкообразных промежутков. Бугорки расположены продольными рядами, из коих наиболее крупные бугорки лежат по обе стороны от срединной бороздки наружной стороны и постепенно уменьшаются к пупковому краю.

Pecten asper Lamarck

(Верхний мел; сеноман) Табл. XXIX, рис. 4

Крупная раковина округленного очертания, равностворчатая, симметричная. Обе створки полого-выпуклые. Ушки небольшой величины. Переднее больше и снабжено биссусным вырезом (на правой створке). Скульптура состоит из редких и резких главных ребер, украшенных острыми бугорками, и промежуточных ребер второго и иногда третьего порядка, менее выраженных.

Neithea quinquecostata Sowerby

(Верхний мел; сеноман) Табл. XXIX, рис. 6

Раковина почти симметричная, многоугольного очертания. Наибольшая ширина створок в их средней части. Левая створка плоская или вогнутая, правая (большая) сильно выпуклая.

Скульптура на обеих створках представлена выдающимися радиальными ребрами, между которыми находится еще по несколько, обычно четыре, более тонких ребрышек.

Alectryonia carinata Lamarck

(Верхний мел; сеноман) Табл. XXVII, рис. 1

Раковина узкая, вытянутая в длину, дугообразно изогнутая. В срединной части створок наблюдается крутой килеобразный перегиб, от которого отходят многочисленные, грубые крышеподобные складки. Хребты этих складок по направлению к переднему и заднему краям створок преломляются почти под прямым углом.

При соединении створок складки располагаются, чередуясь (складке правой створки соответствует промежуток между складками левой) так, что образуется отчетливо видная зигзагообразная линия.

Turrilites costatus Lamarck

(Верхний мел; сеноман) Табл. XXX, рис. 1

Раковина тонкая, башенковидная. Наружная сторона оборотов выпуклая. Скульптура состоит из редких грубых поперечных

ребер, начинающихся несколько отступя от верхнего шва и охватывающих около $\frac{2}{3}$ наружной стороны оборота. Ребра слабо изогнуты в сторону начальной камеры и несколько наклонены. На продолжении каждого ребра в нижней трети наружной стороны наблюдается по два бугорка — верхний более крупный, нижний — маленький, помещающийся уже на перегибе наружной стороны к нижней. Нижний ряд бугорков обычно бывает закрыт более молодым оборотом. Нижняя и верхняя стороны оборотов почти гладкие.

Schloenbachia varians Sowerby

(Верхний мел; сеноман) Табл. XXVII, рис. 4а, б

Раковина средней величины. Обороты сильно объемлющие (последующий оборот закрывает почти половину предыдущего) с сечением от высокого трапециoidalного до округленно-трапециoidalного. Пупок умеренно широкий. Поверхность раковины покрыта грубыми редкими ребрами, несущими крупные бугорки. Характер ветвления ребер очень изменчив. Обычно ребра начинаются у шва, но на крутом пупковом крае они неясны. На перегибе от пупкового края к боковой стороне образуется бугорок; далее ребро становится резко выраженным и в нижней трети боковой поверхности образует второй бугорок. От последнего ребро разделяется на две ветви; каждая из ветвей заканчивается у наружной стороны третьим бугорком, более грубым, чем предыдущие. Иногда ветви соседних ребер соединяются друг с другом у третьего бугорка. У некоторых экземпляров бугорки почти незаметны и наблюдаются промежуточные ребра. Наружная сторона гладкая, несущая высокий заостренный киль треугольного сечения.

Acanthoceras rotomagense Defrance

(Верхний мел; сеноман) Табл. XXVII, рис. 2а, б

Массивная раковина со слабо инволютными оборотами округленно-четырехугольного сечения, небольшим числом довольно быстро нарастающих оборотов и открытым, но нешироким пупком. Скульптура в виде почти прямых ребер, то простых, то, реже, ветвящихся, не доходя до середины боковой стороны. Кроме того, раковина покрыта многочисленными бугорками и шипами, группирующимися в продольные ряды. Наиболее резко выражены два ряда шипов по бокам наружной стороны. Между ними три новых ряда более слабых бугорков на уплощенной поверхности наружной стороны. Два новых ряда с каждой боковой стороны вдоль пупкового края не всегда ясно выражены.

Actinocamax primus Arkhangelsky

(Верхний мел; сеноман) Табл. XXX, рис. 3

Ростр слегка веретенообразный. Наиболее расширенная часть его находится в нижней половине. Кверху ростр постепенно суживается, и только в альвеолярной части наблюдается новое небольшое расширение. Заострение заднего конца постепенное. Вершина ростра всегда несколько сдвинута к спинной стороне. Брюшная сторона уплощена сильнее, чем спинная. Спинная изогнута сильнее брюшной, особенно в нижней половине. Поперечный разрез в наиболее широкой части имеет вид приплюснутого с одной стороны овала, вытянутого в боковом направлении; ближе к альвеолярному концу разрез переходит в треугольный благодаря развитию спинно-боковых бороздок.

Inoceramus labiatus Schlotheim

(Верхний мел; турон) Табл. XXXI, рис. 1

Довольно крупная раковина удлинено-яйцевидной формы, почти равносторчатая, неравнобокая с плоско-выпуклыми створками и выдающимися, сильно сдвинутыми вперед макушками. Замочный край короткий, почти прямой. Ушки слабо развиты, скульптура в виде правильных концентрических складок, лучше выраженных в средней части раковины, и многочисленных знаков роста.

Inoceramus involutus Sowerby

(Верхний мел; коньякский ярус) Табл. XXXI, рис. 2

Раковина весьма неравносторчатая и очень неравнобокая, вытянутая в длину. Правая (малая) створка овального очертания, почти плоская и слабо выпуклая. Задний край образует тупой или прямой угол с замочным краем. Замок изогнут на обоих концах.

Левая (большая) створка весьма выпуклая и завитая в спираль, сдавленная с боков. Макушка большой створки большая, загнутая внутрь и вперед. Ушки не выделяются. Левая створка почти гладкая и имеет только линии нарастания. Скульптура правой створки состоит из резких округленных концентрических складок, разделенных вогнутыми промежутками.

Actinocamax verus Miller

(Верхний мел; верхний коньяк-сантон) Табл. XXIX, рис. 2а, б

Ростр слабо веретенообразный, небольшой, наиболее расширенная часть его находится в нижней половине. Вершина ростра или центральна или несколько смещена к спинной стороне.

Брюшная сторона менее выпукла, чем спинная. Боковые стороны в наиболее широком месте равномерно выпуклы или уплощены. Разрез в наиболее широкой части округлый или слегка вытянутый в боковом направлении. В предальвеолярной части разрез имеет овальную или четырехугольно-овальную форму.

Альвеолярная часть роstra не сохраняется. На ее месте остается длинный несимметричный излом (до $1/4$ — $1/5$ длины роstra) с шестью слабо выделяющимися радиальными ребрами. Спинно-брюшные бороздки хорошо выражены; боковые бороздки не обнаруживаются. Поверхность роstra несет короткие продольные слабые бороздки и тонкие неправильные перепутывающиеся морщинки (шагреневая поверхность).

Pteria tenuicostata Roemer

(Верхний мел; сантон) Табл. XXXI, рис. 3

Раковина овальная, неравнобокая (несимметричная). Переднее ушко правой створки слабо развито. Переднее ушко левой створки короткое, угловатое, заднее ушко вдвое больше переднего, заостренное.

Скульптура состоит из 30 радиальных ребер, ушки также имеют радиальную ребристость.

Inoceramus balticus Böhm

(Верхний мел, кампан) Табл. XXVII, рис. 3

Раковина равностворчатая, очень неравносторонняя, умеренно выпуклая у молодых, очень сильно выпуклая у взрослых экземпляров, так как у последних раковина нарастает перпендикулярно к ранней части раковины или под тупым углом. Длина створки больше высоты. Замочный край длинный. Задний край образует с замочным краем тупой угол.

Макушка маленькая, сильно сдвинутая вперед.

Скульптура представлена сильными, отчетливо выраженными ребрами, разделенными широкими вогнутыми промежутками. От боковых частей главных ребер могут отходить более тонкие дополнительные ребра. На краевых частях раковин у взрослых экземпляров ребра исчезают.

Belemnitella mucronata Schlotheim

(Верхний мел; кампан) Табл. XXX, рис. 5

Длинный почти цилиндрический ростр овального поперечного сечения на конце быстро суживается и несет игловидный шипик. Глубокая альвеола, доходящая до середины длины роstra, с резко эксцентричным положением вершины. Короткая брюшная щель не достигает половины глубины альвеолы. На по-

верхности ростра хорошо сохраняются отпечатки кровеносных сосудов и спинно-боковые бороздки.

Actinocamax quadratus Blainville

(Верхний мел; кампан) Табл. XXX, рис. 2а, б

Цилиндрический ростр круглого поперечного сечения; округленный нижний конец отличается поперечно-овальным сечением и несет острие. Альвеола круглого поперечного сечения внизу, квадратного или ромбического вверху, достигает около трети длины ростра; при помощи щели, имеющей различную длину, она сообщается с короткой глубокой бороздкой ростра. Спинная сторона ростра ограничена с боков бороздками; на середине длины они раздваиваются и достигают острия. Поверхность ростра зернистая.

Belemnitella lanceolata Schlotheim

(Верхний мел; нижний маастрихт) Табл. XXX, рис. 6

Ростр веретенообразный, несущий длинное острие на конце. Наиболее вздутая часть находится вверху нижней трети ростра; далее ростр постепенно суживается к середине альвеолы и затем снова несколько расширяется. Поперечное сечение овальное. Глубина альвеолы около $1/3$ длины ростра. Вершина альвеолы расположена центрально. Брюшная щель длинная, доходящая почти до вершины альвеолы. Боковые бороздки хорошо заметны. Отпечатки кровеносных сосудов или очень слабые или совсем отсутствуют.

Belemnitella americana Arkhangelsky

(Верхний мел; верхний маастрихт) Табл. XXX, рис. 7

Ростр цилиндрический, иногда в средней части несколько суживается, а с конца альвеолярной щели снова расширяется. Слабое уплощение на брюшной стороне. Вершина ростра сильно смещена к спинной стороне. Очертание альвеолы овальное. Глубина альвеолы небольшая и не превышает $1/3$ длины ростра.

Вершина альвеолы расположена слабо эксцентрично. Брюшная щель длинная и нередко доходит до вершины альвеолы. Кровеносные сосуды и бороздки сильно развиты. Бороздка имеется и на спинной стороне альвеолы.

Gryphaea vesicularis Lamarck

(Верхний мел; сантон-маастрихт) Табл. XXX, рис. 8

Очертание раковины округло-пятиугольное. Наибольшая ширина створок в средней части. Левая створка сильно выпуклая. Правая вогнутая. Макушка короткая и усеченная.

Заднее крыло левой створки отделено от боковой поверхности пережимом в задней части створки.
Скульптура состоит из линий нарастания и слабо выраженных радиальных струек на правой створке.

Echinocorys ovatus Leske

(Верхний мел; кампан-маастрихт) Табл. XXX, рис. 4а, б

Панцырь полуконический, продолговатый, часто крупных размеров, основание широкое, плоское. Вершина почти центральная, относительно острая. Задний киль хорошо заметный, но не выдающийся. Бока довольно выпуклые. Амбулякры узкие, слабо петалоидные, длинные с тесно сближенными, косо расположенными порами.

Ротовое отверстие расположено в углублении нижней поверхности панцыря, ближе к передней стороне. Анальное отверстие овальное, расположенное на крайнем заднем выступе узкого пластрона. Вершинный щиток узкий, мало удлиненный.

Род *Hippurites Lamarck*

(Верхний мел) Табл. XXIX, рис. 1а, б, в

Крупные, до 1 м длины, массивные прикрепленные формы. Правая створка удлиненно коническая или цилиндрическая, прямая или изогнутая, прирастающая вершиной. Левая створка крышечкообразная, плоская или слабо вогнутая, пронизанная радиальными каналами. Стенка раковины состоит из наружного призматического и внутреннего фарфоровидного слоя. Правая створка снаружи имеет три бороздки, которым внутри соответствуют две сифональные и одна связочная складки. Зубной аппарат массивный. В правой створке имеются две глубокие ямки и между ними тонкий узкий пластинчатый зуб. Левая створка несет два удлиненных конических зуба, входящих в соответствующие ямки правой стороны.

Род *Scaphites Parkinson*

(Верхний мел) Табл. XXIX, рис. 5

Раковина состоит из одного замкнутого завитка с узким пупком и свободного последнего оборота, слабо вытянутого и на конце загнутого. Поверхность покрыта ветвящимися ребрами, иногда несущими бугорки или шипы. Устье немного сужено, обычно с внутренней губой.

Род *Baculites Lamarck*

(Мел, преимущественно верхний) Табл. XXIX, рис. 3а, б

Раковина имеет форму трубки, обычно на обоих концах обломана. Трубка прямая, цилиндрическая или приплюснутая, разделенная на камеры. Сутурная линия имеет 6 лопастей и седел.

Жилая камера длинная, устье с выдающейся вперед брюшной лопастью. Наружная поверхность гладкая или несет скульптуру из простых или волнисто изогнутых поперечных ребер.

г) Разрезы

Мел Среднего Поволжья

Cr₁. Верхний неоком. Глинистые пески, переходящие в черные глины с белемнитами. Мощность 30 м.

Cr₁. Ант. Снизу тонкослоистые пески и глауконитовые песчаники, выше сланцеватые глины с фауной аммонитов, в верхней части глинистые песчаники. Мощность 60 м.

Cr₁. Альб. Красные железистые пески и песчаники с редкой фауной пелеципод. Залегают трансгрессивно. Мощность 30 м.

Cr₂. Нижний сеноман. Глауконитовые и кварцевые пески. Мощность 10 м.

Cr₂. Верхний сеноман и турон — в основании гравий и галька с фосфоритами, выше пески и песчаники с фосфоритами и обломками *Inoceramus*. Мощность 2 м.

Коньякский ярус отсутствует.

Cr₂. Сантон. Залегаёт трансгрессивно и слабо несогласно. В основании песчаник, переполненный губками. Мощность 0,75 м.

Выше — находятся сланцеватые глины и опоки с *Inoceramus* и белемнитами. Мощность 27 м.

Cr₂. Кампан. В основании глауконитовый песчаник, выше кремнистые глины и мергели с *Belemnitella mucronata*. Мощность 10 м.

Cr₂. Маастрихт. Мергелистые глины с *Belemnitella lanceolata* и глауконитовые пески с устрицами. Мощность 25 м.

К северу от г. Саратова кампан и маастрихт выражены в фации белого пишущего мела с фауной белемнителл, морских ежей и иноцерамов.

Мел северного склона Главного Кавказского хребта

Меловые отложения широко распространены на северных склонах Большого Кавказа — на карбонатную верхнюю юру согласно ложатся толщи нижнего мела.

Валанжин. Внизу мергели, выше известняки с фауной аммонитов, пелеципод, брахиопод, морских ежей. Мощность 300 м.

Cr₁. Готерив. Песчаники и песчанистые мергели с фауной аммонитов, гастропод, пелеципод, морских ежей. Мощность 450 м.

Cr₁. Баррем. Песчаники и песчанистые известняки с фауной *Simbirskites*, *Exogyra* и др. Мощность 220 м.

Cr₁. Ант. Переслаивание песчаников и глин с фауной аммонитов и белемнитов. Мощность 100 м.

Cr_1 . Альб. В основании песчаники, выше глины с фауной аммонитов, иноцерамов и др. Мощность 250 м.

Cr_2 . Представлен всеми ярусами, кроме сеномана. Преимущественно известняки, местами мергели с фауной иноцерамов и морских ежей. Мощность 250 м.

Мел Скалистых гор Северной Америки

Cr_1 и Cr_2 — сеноман (серия Кутенай). Пресноводные (озерные) песчано-глинистые, частью угленосные осадки с остатками флоры.

Cr_2 . Турон (серия Колорадо) — известняки и мергели с *Inoceramus*, *Acanthoceras* и др.

Cr_2 . Нижний сенон (серия Ниобрара). Известняки и белый мел с многочисленными остатками позвоночных (хищные костистые рыбы, рептилии, зубастые птицы).

Cr_2 . Верхний сенон (серия Монтана). Глины и песчаники с мозазаврами.

Cr_2 . Датский ярус (серия Ларами). Залежи углей, туфогенные породы.

Общая мощность меловых отложений около 1000 м.

4. Тихоокеанский (Киммерийский) орогенез

Начало триаса характеризуется слабыми тектоническими проявлениями заканчивающегося герцинского орогенеза. Те условия, которые были созданы герцинским орогенезом в пермском периоде, продолжают развиваться и в триасе. Громадные континенты продолжают подниматься, совершенно освобождаясь от наплитных бассейнов, и распространение морей ограничивается лишь узкими геосинклинальными зонами. Таким образом, триас оказывается еще более резко выраженным геократическим периодом, чем пермь.

В триасовом периоде отмечается ряд колебательных движений, вызывавших временами смены небольших трансгрессий и регрессий по краям континентов. Эти трансгрессии смягчают сухой пустынный климат, установившийся в верхне-пермское время, делают его более влажным, создавая благоприятные условия для образования лагунно-континентальных угленосных фаций, особенно в рэтское время. Однако уже с верхнего триаса начинают проявление нового орогенического цикла — тихоокеанского, или, как его называют иногда, киммерийского. Тектонические движения киммерийского орогенеза наиболее энергично выражены в зонах, прилегающих к Тихому океану — по восточной и западной окраинам Макролавренции, а также в некоторых частях широко расположенной Альпийско-Гималайской геосинклинали (Крым, Кавказ, Памир).

В верхнем триасе возникает первая фаза этого орогенеза, местами выраженная двумя подфазами. Эта фаза весьма сильно проявилась в Индо-Китае и на юге Африки. Ее называют индосинийской, или капской, фазой. В Западной Европе эта фаза сказалась значительно слабее и преимущественно в виде глыбовых движений в областях развития герцинских и, частично, каледонских складчатых структур. Здесь она получила название древнекиммерийской складчатости. Эта древнекиммерийская складчатость продолжается и в нижнеюрское время, мощно проявляясь в Крыму (дислокации таврической формации — рэт-лейас). Среднеюрская эпоха оказывается сравнительно спокойной, хотя и для этого времени некоторые исследователи выделяют фазы местного значения.

Во вторую половину юрского периода начинаются снова мощные орогенические движения собственно тихоокеанской, или новокиммерийской, складчатости, представляющей ряд крупных пароксизмов. Особенное значение имеют две фазы: предкелловейская (памирская), резко проявившаяся на Памире и Кавказе, и предтитонская (андийская), большое значение имевшая на Кавказе.

Новокимммерийский орогенез с исключительной силой проявился также в Южном Китае, на северо-востоке Азии (Верхоянье) и в Кордильерах Северной Америки. В последних новокимммерийский орогенез захватывает не только конец юры, но и первую половину мелового периода. В областях платформ проявления киммерийского орогенеза выразились в значительных колебательных движениях, вызвавших громадную юрскую трансгрессию, начавшуюся с конца нижней юры, а местами в среднеюрское время.

Эта трансгрессия, захватившая все континенты, чрезвычайно резко изменила климат.

Сложившийся в это время влажный и теплый климат оказался весьма благоприятным для пышного развития наземной растительности — источника мощного юрского угленакопления.

Однако юрское море не было устойчивым. Продолжающиеся колебательные движения вызвали неоднократно временные регрессии, снова сменявшиеся трансгрессиями. В верхнеюрское время трансгрессия достигает максимума, но к концу юры происходит повсеместная регрессия моря, связанная с крупными тектоническими движениями андийской фазы.

Киммерийский орогенез завершается австрийской фазой, происшедшей в середине нижнемеловой эпохи.

С верхнемеловой эпохи начинается новый орогенический цикл — альпийский, о котором скажем позднее. Результатом киммерийского орогенеза явилось создание громадных складчатых областей, окаймляющих Тихий океан, Крымско-Кавказский складчатый пояс, Памир (рис. 11).



Рис. 11. Схема расположения структурных элементов земной коры после киммерийского орогенеза.

В. Кайнозой

Органический мир кайнозоя чрезвычайно резко отличается от мезозойского. Исключительное развитие имеют млекопитающие, широко распространяющиеся по всем континентам земного шара, и птицы, которые представлены уже настоящими беззубыми птицами.

Беспозвоночные также характеризуются большим своеобразием. Благодаря возникновению в кайнозое большого количества разобщенных, самостоятельно развивающихся внутренних морей, осадки которых сохранились до наших дней, мы встречаемся с многочисленными обособленными друг от друга фаунистическими комплексами. Здесь теряют значение отдельные руководящие ископаемые, и стратиграфия в еще большей степени, чем для более древних отложений, строится на основании изучения комплексов организмов.

Кайнозой — эра расцвета покрытосеменных растений, достигающих в это время уже повсеместного распространения и удивительного разнообразия, в то время как голосеменные и, в частности, хвойные меняют видовой состав и принимают современный облик.

1. Третичная система

а) *Расчленение* третичной системы весьма дробно и нередко имеет местное значение, поэтому мы ограничиваемся здесь общепринятым делением на подсистемы и отделы (табл. 17).

б) *Органический мир*. Начало третичного периода — палеогеновое время — отличается очень теплым и довольно ровным климатом. Однако в эту эпоху можно выделить две фитогеографические провинции: тропическую, охватывающую всю область современной Западной Европы, юг Русской платформы, приблизительно до широты Сталинграда, юг Азии и Мексику, и к северу от нее умеренную, включавшую внутропические части Северной Америки и Евразии, современную арктическую область.

Флора тропической зоны состояла по преимуществу из вечнозеленых растений и по своему характеру была очень близка к современной флоре Южной Японии (*Laurus*, *Cinnamomum*, *Magnolia*, *Quercus*).

Флора умеренной зоны листопадная (*Betula*, *Fagus*), с примесью хвойных деревьев (*Pinus*). Сильно развит травянистый покров.

Таблица 17

Подсистемы	Отделы
Неоген	{ Плиоцен Миоцен
Палеоген	{ Олигоцен Эоцен Палеоцен

К концу палеогена, в связи с некоторым общим похолоданием климата, границы этих зон начинают смещаться к югу.

В верхнетретичное — неогеновое — время продолжается оттеснение теплолюбивых растений к югу. Возрастает количество хвойных растений. Вследствие этого уже к концу неогена географическое расположение растительных поясов становится весьма близким к современному.

Тропическая область с ее вечнозеленой растительностью располагается у Средиземного моря, к северу от нее в области Европы, на Русской платформе и на юге Сибири лежит умеренная зона со смешанным и листопадным лесом; северная часть Сибири покрыта хвойной тайгой. Огромные области на юго-востоке Евразии покрыты травянистой растительностью, среди которой встречаются и злаки. Такое же расположение растительных поясов наблюдается и в Северной Америке.

Исключительное развитие покрытосеменных растений, особенно трав, содержащих громадное количество питательного материала, создало весьма благоприятные условия для развития млекопитающих.

Мелкие примитивные млекопитающие конца мезозоя принадлежали по преимуществу к низшим бесплацентным млекопитающим (сумчатые и однопроходные), но, повидимому, к этому времени появились и самые примитивные из плацентных — насекомоядные.

С самого начала третичного времени наблюдается быстрое развитие высших млекопитающих, причем мы встречаемся уже с обособившимися ветвями:

1) примитивные хищники ((*Creodontia*) со специализацией зубного аппарата, органов пищеварения и конечностей применительно к плотоядному питанию;

2) травоядные — копытные, группа *Condylarthra*, имеющая одновременно признаки парнокопытных и непарнопалых, приспособленная к питанию растительностью и к быстрому передвижению, и

3) приматы — со специализацией преимущественно головного мозга.

Уже с середины палеогена (эоцен) примитивные *Creodontia* сменяются настоящими хищниками, а среди копытных обособляются две ветви: — парнокопытные и непарнопалые. Каждая из этих ветвей распадается на все свои основные линии. Так, в это время возникают линии лошадиных, носорогов, хоботных. К концу палеогена появляются первые человекообразные обезьяны. Неогеновое время — это время бурной эволюции ветвей млекопитающих, появившихся ранее в палеогене. Но, помимо родовых и видовых изменений в фауне млекопитающих, происходивших в неогене, именно в это время совершается географическое размещение наземной фауны, чрезвычайно близко подходящее к ее современному размещению.

Следует отметить, что в кайнозое, подобно тому, как это имело место у мезозойских рептилий, наблюдается у ряда групп млекопитающих вторичный переход к водному образу жизни — киты, тюлени, а также приспособление к передвижению по воздуху — летучие мыши.

Птицы — уже настоящие беззубые. В неогене большого развития достигают бегающие — страусовые — птицы.

Рыбы. Начавшееся в мелу быстрое развитие костистых рыб продолжается и в третичное время. Они резко преобладают над всеми другими отрядами. Кроме того, в начале третичного времени сильно развиваются гигантские акуловые *Carcharidae*, вымирающие уже в неогене.

Рептилии и амфибии. Сменившие гигантских рептилий мезозоя кайнозойские рептилии, а также и амфибии, представлены мелкими формами современного облика и не имеют существенного значения.

Беспозвоночные. После вымирания большого количества специфических мезозойских групп фауна беспозвоночных всего кайнозоя имеет уже существенно иной облик. Ведущую роль вместо головоногих играют пластинчатожаберные и брюхоногие моллюски. В начале третичного периода, в палеогене, продолжается расцвет бентонных фораминифер, начавшийся еще в меловое время. Здесь громадного распространения достигают крупные дисковидные *Nitmulites*, раковинки которых слагают мощные толщи известняков. Также в палеогеновое время достигают расцвета морские ежи. Они представлены в исключительном богатстве и многообразии и принадлежат как правильным, так и неправильным ежам. Среди последних значительную роль играет семейство *Spatangidae*. Другие классы иглокожих, а также кишечнополостные, мшанки, губки, брахиоподы и членистоногие, не имеют сколько-нибудь значительных отличий от современных форм и потому не имеют существенного геологического значения.

В основном же облик кайнозойской фауны беспозвоночных определяется двумя указанными выше классами моллюсков.

Пластинчатожаберные моллюски развиваются во всем своем разнообразии и представлены всеми отрядами. Но максимального развития достигают гетеродонтные моллюски с мантийным синусом. Среди брюхоногих моллюсков достигают расцвета сифоностомные гастроподы, впервые появившиеся в мезозое. Это, главным образом, хищники.

в) Руководящие ископаемые

Ostrea sinzowi Netschaew

(Палеоцен) Табл. XXXII, рис. 4а, б

Раковина достигает значительных размеров, Очертание ее неправильно — округлое или эллипсоидальное. Высота раковины

всегда больше ширины. Большая створка представляет известную кособокость, задний край ее является скошенным по отношению к брюшному; поверхность ее равномерно выпукла. Малая створка слабо вогнута. Толщина створок не очень значительна. Макушечная часть слабо отделяется от остальной поверхности створки. Наружная поверхность большой створки покрыта концентрически-пластинчатыми знаками нарастания. Поверхность малой створки покрыта как знаками нарастания, так и редкими тонкими радиальными ребрышками. Наблюдается овальный отпечаток мускула.

Cucullaea volgensis Barbot-de-Marny

(Палеоцен) Табл. XXXV, рис. 7

Раковина очертания, близкого к ромбоидальному, спереди округленная, сзади слабо скошенная, неравносторонняя, сильно выпуклая. Под макушкой расположена большая треугольная арка, покрытая тремя-четырьмя коленчатыми линиями. От макушки к задненижнему углу проходит закругленный, слабо выпуклый киль, отделенный от заднего крыла слабо заметной бороздкой. Поверхность раковины покрыта плоскими, очень сближенными радиальными ребрами, разделенными то более, то менее узкими бороздками. Ребра пересекаются частыми ясными следами нарастания. Замок состоит из двух длинных параллельных зубов, расположенных по бокам смычного края, и нескольких мелких косвенных зубчиков посередине его.

Corbis lamellosa Lamarck

(Средний эоцен) Табл. XXXIII, рис. 3

Раковины средней величины, овального очертания, равностворчатые, заметно неравносторонние. Замочная площадка и зубы люциноидного типа, но более крупные, чем у *Lucinidae*. Наружная поверхность покрыта концентрическими пластинчатыми, часто гребневидными ребрами, разделенными широкими межреберными промежутками. Поверхность промежутков несет радиальную ребристость. Радиальные ребра менее выдающиеся и более сближенные.

Gryphaea esterhazyi Pavau

(Верхний эоцен) Табл. XXXIV, рис. 1a, б

Раковина массивная, весьма мало углубленная; длина ее больше ширины или равна ей. Внутренние боковые края створок очерчивают у замочного края приблизительно прямоугольное, почти квадратное пространство.

Большая створка с сильно загнутой макушкой, малая створка плоско-вогнутая, у замочного края крылатая; вместо макушки у нее полусферическая впадина.

Скульптура большой створки радиальная, постепенно исчезающая от макушки к противоположному краю. Радиальная скульптура на малой створке заметна только у самой макушки, на хорошо сохранившихся экземплярах.

Chama calcarata Lamarck

(Средний и верхний эоцен) Табл. XXXIV, рис. 2

Раковины от небольшой до средней величины, неравносторонние, неравностворчатые, неправильной формы с очертанием, приближающимся к округлому. Макушки большие, выпуклые, на нижней створке они больше, чем на верхней. Выпуклость раковины значительная. Наружная поверхность несет серию концентрических валиков, снабженных или пластинками, или же шипами, отдельные из которых достигают большой величины. На верхних створках между концентрическими валиками или пластинками имеются поперечные ребра, а на нижних косые морщинки.

Athleta suturalis Nyst

(Средний и верхний эоцен) Табл. XXXII, рис. 3

Раковины от небольшой до крупной величины (высота до 80 мм), состоящие из 7—8 умеренно выпуклых оборотов, разделенных отчетливым углубленным швом. Околошовная площадка вогнутая, отделенная от поверхности оборотов иногда довольно высоким заостренным барьером. В верхней части оборотов под барьером находится неглубокая вдавленность. Последний оборот большой, вздутый вверху, суженный внизу, где имеются уплощенные спиральные ребра. Скульптура непостоянная. Обычно присутствуют поперечные пологие ребровидные поднятия, образующие в верхней части оборотов бугорки.

Nummulites laevigatus Lamarck

(Эоцен) Табл. XXXIV, рис. 3

Раковина чечевицеобразная, правильно вздутая, до 1,5 см и более в диаметре. Нити (просвечивающие перегородки) извилистые, неправильные, образующие неправильную сеть. Независимо от нитей на поверхности раковины имеются зернышки. Спираль сжатая, правильная; стенка толстая. Перегородки, изогнутые и наклоненные, разделяют камеры, ширина которых больше высоты. Форма очень варьирующая.

Ostrea prona Wood

(Нижний олигоцен) Табл. XXXIII, рис. 2а, б, в

Раковина толстая, массивная, косая и клинообразная; нижняя створка вздутая, выпуклая, глубоко складчатая. Складки радиальные, приподнятые, угловатые и раздвоенные; верхняя створка плоская, макушка вогнутая.

Cyrena semistriata Deshayes

(Нижний и средний олигоцен) Табл. XXXIV, рис. 5а, б

Раковины средней величины, равностворчатые, неравносторонние. Макушки смещены вперед в связи с некоторой удлиненностью створок. Верхняя часть створок расширенно треугольная, нижняя овальная. Поверхность с грубыми следами нарастания. Замочный аппарат типичный, циреноидный. В правой створке три зуба: передняя и задняя кардинальные ветви и рассеченный центральный кардинальный зуб. В левой створке три кардинальных зуба, соответствующих ямкам в замке правой створки. Латеральные зубы не очень удлиненные. Передние короче задних. Мускульные отпечатки небольшие, грушевидные, передний больше заднего. Очень небольшой синус непосредственно у заднего мускульного отпечатка.

Potamides plicatus Brongniart

(Верхний эоцен, нижний и средний олигоцен) Табл. XXXVI, рис. 9

Раковины небольшие (до 89 мм высоты), сложенные семью-девятью слабо выпуклыми оборотами, снабженными окошечковой площадкой. По особенностям скульптуры выделяются два варианта: *P. plicatus* Br. var. *alpinus* Tournouer и *P. plicatus* Br. var. *galeotti* Nyst. У раковин первого варианта поверхность оборотов украшена поперечными гранулированными ребрами, достигающими шва, и спиральными. На последнем обороте в его нижней части поперечные ребра отсутствуют. У раковин второго варианта обороты более расширенные и менее выпуклые, причем в нижней части их отсутствуют поперечные ребра.

Pectunculus obovatus Lamarck

(Средний и верхний олигоцен) Табл. XXXVI, рис. 2

Раковина крупная, равностворчатая, почти равносторонняя, округлого очертания, слегка скошенная в направлении нижне-заднего угла. Передний, нижний и задний края створок соединяются очень плавно. Замочный край слабо дугобразно изогнут. Макушки почти центральные, приостренные, значительно выступающие над замочным краем. Под макушкой располагается тре-

угольная площадка для наружной связки, покрытая 8—9-ю
сломленными под тупым углом бороздками. Края раковины зубча-
тые. На поверхности створок наблюдаются концентрические линии
нарастания и отраженная радиальная структура среднего слоя
раковины.

Exogyra galeata Romanowskyi

(Средний олигоцен) Табл. XXXII, рис. 2; табл. XXXIII, рис. 1

Раковины крупные, массивные, суженные вверху и расширен-
ные внизу. Нижняя створка выпуклая, более высокая, чем широ-
кая, с короткой, сильно загнутой назад макушкой. Изгибание
макушки происходит в одной плоскости (отличие от *E. ferga-
nensis Rom.*, имеющей спиральную макушку). Наружная поверх-
ность несет пластинчатые выдающиеся следы нарастания.

Верхняя створка неправильно овальная с выдающейся задней
частью. Макушка не сильно выступающая, сильно отклоненная
назад. Наружная поверхность со сближенными пластинчатыми,
волнистыми следами нарастания. Замочная площадка нижней
створки короткая, скошенная. Связочная ямка слабо углубленная
с широкими валиками, исчерченная следами нарастания. Замочная
площадка верхней створки резко изогнута назад.

Pseudamussium corneum Sowerby var. denudatum Reiss

(Средний миоцен; тарханский горизонт) Табл. XXXIV, рис. 6а, б

Раковина широкая, овальная или почти круглая, слабо ско-
шенная. Обе створки очень слабо выпуклые, тонкостенные. Ушки
маленькие, отделены от выпуклой части створок бороздкой. Пе-
реднее ушко правой створки образует слабо выдающуюся лопасть;
у основания последней намечается небольшой вырез для биссуса.
Ушко левой створки имеет притупленный верхнезадний угол.
Наружная поверхность раковины гладкая, покрыта лишь тонкими
линиями нарастания; только на более крупных экземплярах
заметны слабые радиальные штрихи. Ушки украшены слабыми
линиями нарастания. Внутренняя поверхность раковины гладкая.
Глубоководная форма.

Spaniodontella pulchella Baily

(Средний миоцен; караганский горизонт) Табл. XXXVI, рис. 5а, б

Небольшая раковина округленной формы, то тонкая (просве-
чивающая), то более толстостенная, более или менее неравно-
створчатая. Макушки заостренные, слабо выдающиеся и слабо
загнутые. Поверхность раковины покрыта ясными следами нара-
стания, некоторые из них иногда выступают в виде пластинчатых
ребер со слабыми промежуточными струйками. Боковых зубов

в замке нет. Кардинальный зуб правой створки имеет форму трехгранной пирамиды с остроугольным треугольником в основании. Второй кардинальный зуб той же створки развит слабее. Кардинальные зубы левой створки (передний — пластинчатый, задний — треугольный) срастаются.

Syndesmya reflexa Eichwald

(Верхний миоцен; нижний сармат) Табл. XXXVI, рис. 10

Раковина овальная, с округлым передним краем и правильно выпуклым — нижним. Переднее крыло замочного края слабо выпукло, заднее — образует слабый S-образный изгиб. Задняя часть раковины почти равна по длине передней, но косвенно срезана в заднем верхнем углу, благодаря чему и получается вытянутое, приостренное к нижнезаднему углу очертание этой части. Передняя часть раковины более выпуклая, чем задняя. У нижнезаднего угла раковина слегка отогнута вправо. В правой створке от макушки к нижнезаднему углу идет киль, перед которым раковина несколько вдавлена. Этому килю в левой створке отвечает, занимающая то же положение, бороздка. Синус очень глубокий, круглый.

Макушки не выдающиеся. Замок состоит из двух маленьких кардинальных и двух пластинчатых боковых зубов в правой створке и одного маленького кардинального и одного слабо развитого переднего бокового зуба в левой створке.

Поверхность покрыта лишь знаками нарастания.

Mastra caspia Eichwald

(Верхний миоцен; верхний сармат) Табл. XXXV, рис. 2а, б

Раковина овальная, с круглым передним и слегка угловатым задним краями, сравнительно небольших размеров, длиной до 17—26 мм, при удлинённости (отношение длины к ширине) 1,3—1,6 и выпуклости (отношение длины к толщине) 2,4—5,0. Макушки острые, но очень низкие. Поверхность створок покрыта грубыми следами нарастания. В середине и у нижнего края створки нередко вмяты внутрь раковины. Замок массивный. Кардинальный зуб левой створки очень узкий. Верхние боковые зубы правой створки развиты слабо. Мускульные отпечатки овальной формы глубокие. Синус неглубокий, слабо округлый.

Dosinia maeotica Andrussov

(Верхний миоцен; мэотис) Табл. XXXVI, рис. 8а, б

Раковина сравнительно небольшая, неправильно округлой формы. Передняя часть замочного края под макушками немного вогнута. Обе створки довольно выпуклые — луночка отделяется явственной бороздкой от остальной поверхности раковины. Щиток

очень узкий, длинный, не всегда отчетливый. Макушки слегка закручены. Замок правой створки состоит из трех расходящихся кардинальных зубов. В левой створке имеется 4 кардинальных зуба. Скульптура в виде концентрических струй нарастания. Мускульные отпечатки овальные. Мантийный синус треугольный, очень глубокий.

Ervillia dissita Eichwald

(Верхний миоцен; средний сармат) Табл. XXXVI, рис. 3а, б, в

Небольшая раковина длиной 8—16 мм. Наиболее крупные представители известны в литературе под именем *Erv. podolica*. Форма раковины овально удлинённая. Сильно загнутые назад макушки. Передний и задний края более круглые, чем нижний. То более, то менее резкий округлый киль, иногда почти сглаженный. Створки довольно толстостенные. Отчетливые концентрические следы нарастания выражены грубее у толстостенных раковин. Средний зуб правой створки более или менее массивный. Мантийная линия и мускульные отпечатки выражены отчетливо. Синус небольшой, почти круглый.

Tapes gregarius Goldfuss

(Верхний миоцен; средний сармат) Табл. XXXVI, рис. 6а, б, в

Довольно крупная (длиной 22—45 мм) округленная раковина с толстыми стенками створок. Радиус округления нижнего края обычно несколько больше, чем радиус округления переднего и заднего краев. Высокие макушки сильно загнуты вперед. Поверхность створок несет грубые следы нарастания и тонкие, радиально расходящиеся от макушки, штрихи, иногда незаметные. Замок массивный. Наибольшую толщину имеет средний кардинальный зуб, рассеченный неглубокой бороздкой. Задний зуб левой створки и передний правой развиты слабо. Глубокие мускульные отпечатки, особенно передний. Синус мелкий, округлый.

Congerina novorossica Sinzow

(Верхний миоцен; мэотис) Табл. XXXVI, рис. 7а, б, в

Небольшая (длиной до 15 мм), удлинённая, слабо выпуклая, иногда почти плоская раковина, формы удлинённой ложки или миндалины. Нижний и верхний края ограничены правильными плоскими дугами. Заостренные макушки выдаются вперед вместе с передним краем раковины. Поверхность створок покрыта ясными знаками роста. Ясная мантийная линия у заднего края отодвинута от края раковины. Внутренняя поверхность раковины между мантийной линией и задним краем нередко радиально-струйчатая.

Mhörenschternia inflata M. Hörnes

(Верхний миоцен; сармат) Табл. XXXII, рис. 1a, б, в

Раковина небольшая и невысокая, состоящая из 5—6 равномерно возрастающих оборотов. Верхние два-три оборота округлы, остальные более выпуклы в нижней части, чем в верхней. Первый оборот всегда гладкий, начиная со второго появляются толстые поперечные ребра, несколько изогнутые в средней части. На последнем обороте, особенно у устья, ребра начинают сглаживаться, и у многих экземпляров они едва заметны. Кроме поперечных ребер на поверхности раковин иногда заметны тонкие спиральные струйки.

Устье овальное с тонкими краями. Нижняя часть устья округлена, верхняя заострена. Наружный край устья острый; внутренний отогнут к закрытому или щелевидному пупку.

Cardium fittoni d'Orbigny

(Верхний миоцен; средний сармат) Табл. XXXVI, рис. 11

Раковина крупная, довольно толстостенная с округлым передним краем и косвенно срезанным задним. Крылья замочного края сходятся под углом 120—130°. Обе створки выпуклые, удлиненные, значительно неравносторонние. Поверхность створок украшена 10—13 округлыми ребрами разделенными широкими промежутками. Ребра передней части переднего поля покрыты толстыми трубами шипообразными чешуйками и разделены плоскими промежутками с прямоугольными следами нарастания. Остальные ребра переднего поля или гладкие, или покрыты широко расставленными толстыми шипами; в промежутках, разделяющих эти ребра, имеются слабо заметные радиальные полосы. На краю раковины ребра заканчиваются сильно выдающимися зубцами, между которыми располагаются небольшие зубцы.

Скульптура заднего поля аналогична скульптуре передней части переднего поля.

Cerithium cattleyae Baily

(Средний миоцен; чокракский горизонт) Табл. XXXIV, рис. 4

Раковина крупная (до 27 мм) очень массивная, состоящая из 8 слабо выпуклых оборотов, завернутых в невысокую башенку. Нижние обороты украшены двумя рядами массивных округлых бугорков. На последнем обороте количество этих рядов бугорков увеличивается до 4—5. Скульптура на верхних двух оборотах обычно незаметна.

Mastra vitaliana d'Orbigny

(Верхний миоцен; средний сармат) Табл. XXXIII, рис. 4

Раковина округлая и толстостенная; задний край слегка угловатый. Невысокие макушки загнуты вперед. Киль округлый, отчетливый. На заднем поле прослеживается широкий валик, окончанию которого соответствует небольшой вырез нижнего края. Призамковая часть того же поля слабо выпуклая. Следы нарастания грубые и морщинистые, у кия они нередко пластинчатые. Замок толстый, снабженный мощными боковыми зубами. Ямка наружной связки широкая и почти вплотную прилегающая к глубокой ямке внутренней связки. Кардинальный зуб левой створки узкий; пластинки его совершенно сросшиеся, внизу разделенные неглубокой бороздкой. Мантийная линия отчетливая с неглубоким округлым синусом. Овальные мускульные отпечатки глубокие.

Cryptomactra pes-anseris Mayer-Eymar

(Верхний миоцен; средний сармат) Табл. XXXV, рис. 5а, б

Раковина довольно маленькая, очень тонкостенная и хрупкая, почти пятиугольная, очень неравносторонняя. Обе створки умеренно выпуклые. Две плоские, но очень отчетливые складки делят поверхность створки на 3 части. Макушки очень малы, несколько завернуты. Луночка мала и неотчетлива. Замок левой створки состоит из длинного тонкого заднего бокового зуба, мелкой внутренней лигаментной ямки, валикообразного кардинального зуба, ограничивающего ямку спереди, еще одного кардинального зуба с широко расходящимися ветвями и маленького переднего бокового зуба. Замок правой створки состоит из двух длинных боковых задних зубов, внутренней лигаментной ямки, большого заднего и маленького кардинальных зубов и двух маленьких передних боковых зубов.

Поверхность створок покрыта тонкими концентрическими струйками нарастания.

Hydrobia elongata Eichwald

(Верхний миоцен; средний сармат) Табл. XXXV, рис. 3а, б

Маленькая раковина (высотой 4—7 мм) из 6—7 округленных оборотов. Обороты чаще всего равномерно возрастающие. Поверхность оборотов гладкая и блестящая, но на последних оборотах заметны морщинистые следы нарастания. Устье овальное, кверху суживающееся, с тонкими краями и щелевидным пупком.

Arcicardium acardo Deshayes

(Плиоцен; киммерийский ярус) Табл. XXXV, рис. 4

Раковина широко трапециoidalной формы, очень неравносторонняя, сравнительно толстостенная, очень выпуклая, сильно килеватая. Киль обозначен резким перегибом поверхности створок, идущих от макушки к нижнезаднему углу. Макушки, заметно выдающиеся над замочным краем, сильно сдвинуты вперед. Поверхность раковины почти гладкая, покрытая очень широкими, совершенно плоскими ребрами, разделенными очень узкими неглубокими, бороздковидными промежутками. Число ребер на переднем поле 25—30, на заднем—12. Линии нарастания выражены отчетливо.

Замок беззубый, под макушкой имеется треугольная площадка со слабым мозолевидным утолщением посередине (рудимент кардинального зуба).

Didacna crassatellata Deshayes

(Плиоцен; киммерийский ярус) Табл. XXXV, рис. 1a, б

Раковина большая и толстая, продолговато-овальная, умеренно неравносторонняя. Ребра выдаются очень мало. Очень острый киль, образованный высоким пластинчатым ребром, отделяет почти гладкое заднее поле от переднего, покрытого явственными ребрами. На заднем поле в макушечной области заметны 4 тонких ребра, которые книзу исчезают. Пластинчатое килевое ребро в местах его пересечения грубыми следами нарастания образует иногда острые сжатые с боков шипы. На переднем поле наблюдается 9—10 ребер, в верхней части треугольных, книзу более плоских, отделенных друг от друга плоскими промежутками. Многочисленные следы нарастания то тонкие, то грубые, ступенькообразные.

Замок правой створки состоит из массивного треугольного бугровидного заднего кардинального зуба, глубокой кардинальной ямки и маленького рудиментарного переднего кардинального зуба. Боковые зубы слабые. В левой створке имеется лишь передний кардинальный зуб и лежащая за ним кардинальная ямка; боковые зубы неразвиты.

Macra subcaspia Andrussow

(Плиоцен; акчагыл) Табл. XXXV, рис. 8a, б

Раковина небольшая, значительно неравносторонняя. Замочный край дугообразный. Обе створки довольно плоские. Макушки маленькие, немного выдающиеся. Зубы довольно тонкие. Внутренняя лигаментная ямка широкая и глубокая. В левой створке один кардинальный зуб слабо раздвоенный, один передний и один зад-

рис. 4
ний боковые зубы. В правой створке один кардинальный зуб и две пары (передняя и задняя) боковых зубов.

Поверхность створок покрыта нежными concentрическими знаками нарастания, прерывающимися более грубыми уступами. Синус весьма слабо развит.

Apscheronia propinqua Eichwald

(Плиоцен, апшеронский ярус) Табл. XXXV, рис. 9а, б

Раковина довольно крупных размеров, округленно-треугольная, более или менее сердцевидная, с сильно выпуклыми створками. Макушки довольно высокие, тупо заостренные, завернутые. Поверхность створок почти гладкая, со слабыми concentрическими знаками нарастания. Мантийная линия цельная. Редуцированный замок состоит из одного кардинального зуба на каждой створке, то более, то менее развитого.

Paradacna abichi R. Hörnes

(Плиоцен; понтический ярус) Табл. XXXVI, рис. 4

Раковина овальная, неравносторонняя, сзади косо срезанная. Створки умеренно выпуклые. Замок слабо развит.

Скульптура состоит из 7—14 (чаще 10) острых, мало выступающих ребер, разделенных широкими равными промежутками. На последних иногда имеется слабая складка, представляющая вставочное ребро. От макушки к заднему краю идет острый киль, обозначенный особенно мощным ребром. Треугольное заднее поле, ограниченное этим одним слабо выраженным ребром. Слабые струйки нарастания.

Dreissensia iniquivalvis Deshayes

(Плиоцен; киммерийский ярус) Табл. XXXV, рис. 6

Раковина довольно крупная, очень широкая и относительно плоская, неравносторонняя. Брюшной край сильно S-образно изогнут. Передняя часть спинного края почти прямая, затем изгибается под очень тупым углом к заднему концу, задняя часть спинного края равномерно округленная. Макушки клювовидные, сильно изогнутые вперед, расположенные на переднем конце раковины. В правой створке от макушки к заднему концу проходит килеобразный перегиб. Левая створка лишена килеватости, и поэтому она более плоская.

Valenciennesia annulata Rousseau

(Плиоцен, киммерийский и понтический ярусы) Табл. XXXVI, рис. 1

Раковины крупные, тонкостенные, имеющие форму спирального колпачка. Основание овального очертания. Начальные обороты (два-три) спирали (макушка) слабо выступающие, заверну-

тые почти в одной плоскости, расположенные не в центре, а ближе к заднему краю. Последний оборот очень большой, образующий почти всю раковину. Поверхность его покрыта концентрическими складками (ундуляциями) и тонкими линиями нарастания. В задней части последнего оборота имеется сифональная складка.

2) Разрезы

Сводный разрез палеогена Донецко-Днепровской впадины

Широким распространением палеогеновые образования покрываются в пределах Донецко-Днепровской впадины. Здесь на карбонатные отложения верхнего мела ложатся палеогеновые слои, начиная с верхов палеоцена.

Верхний палеоцен—нижний эоцен. Каневский ярус. Глауконитовые пески с прослоями кремнистых песчаников и конкрециями фосфоритов. Мощность 30 м.

Эоцен. Бучакский ярус. Глауконитовые пески и песчаники с *Cardita* и другими пелециподами. Мощность 80 м.

Эоцен. Киевский ярус. Известковистые глины, переходящие в мергели с пелециподами; встречаются зубы акул, остатки черепов, богатая микрофауна. Мощность 40 м.

Олигоцен. Харьковский ярус. Глауконитовые пески, местами прослой глины и опок бедных фауной, редко встречаются пелециподы. Мощность 60 м.

Полтавский ярус. В основании прослой бурого угля, выше белые кварцевые пески, встречаются остатки флоры. Мощность 25 м.

Сводный разрез палеогена Малого Кавказа

Палеогеновые отложения имеют большое значение в сложении многих хребтов Малого Кавказа. Нередко здесь на верхний мел без перерыва налегают наиболее низкие горизонты палеогена.

Палеоцен (?). Песчаники сильно известковистые—мощность 80 м. Темные сланцы с мелкими нуммулитами, в верхней части толщи прослой туфогенов. Мощность 1700 м.

Нижний эоцен. Пестрые окремненные туфогены с нуммулитами. Мощность 100 м.

Серые туфопесчаники и туфосланцы. Мощность 400 м.

Средний эоцен. Туфобрекчии, встречаются нуммулиты. В толщу туфобрекчии включены залежи порфиритов. Вся толща несогласно залегает то на нижнеэоценовых туфогенах, то на темных сланцах палеоцена. Мощность 600 м.

Верхний эоцен. Глинистые сланцы и песчаники, местами с нуммулитами. В основании их накопление грубообломочных пород мела, палеоцена, нижнего и среднего эоцена. Мощность 400 м.

Олигоцен. Темные битуминозные глинистые сланцы с чешуями рыб. Глинистые сланцы с гипсом и остатками деревьев. Мощность олигоцена 1000 м.

Палеоген Парижского бассейна

Палеогеновые образования Парижского бассейна являются очень хорошо изученными и содержащими многочисленную фауну. Здесь на размытых известняках верхнего мела залегает верхний палеоцен.

Верхний палеоцен. Танетский ярус. Глауконитовые пески с *Cusillaea*, *Ostrea* и другими пелециподами. Мощность 0—20 м.

Эоцен. Ипрский ярус. Пески с нуммулитами и другой морской фауной. В верхней части фауна солоноватоводная. Мощность 10 м.

Лютетский ярус. Грубые известняки с богатой морской фауной. Выше лагунные осадки. Мощность 30 м.

Оверзский ярус. Пески с фауной (прослоями морской, прослоями пресноводной). Мощность 10 м.

Бартонский ярус. Пески с морской фауной, выше мергели также с морской фауной. Мощность 10 м.

Олигоцен. Ламторфский ярус. Мергели, внизу лагунные и озерные, выше с морской фауной. Мощность 10 м.

Рупельский ярус. Мергели с устрицами, выше пески с морской фауной. Мощность 20 м.

Хатский ярус. Внизу пески с морской фауной выше известняки с пресноводной фауной. Мощность 20 м.

2. Четвертичная система

Было бы весьма затруднительно дать характеристику четвертичного периода в том же плане, как это делалось для более древних периодов, в силу целого ряда особенностей, отличающих четвертичный период от всех остальных. Поэтому ограничимся лишь общей его характеристикой.

Четвертичные отложения имеют на земной поверхности повсеместное распространение, образуя как бы плащ, покрывающий толщи пород самого разнообразного возраста и, если сравнивать их с отложениями каких-либо других систем, то, безусловно, они распространены наиболее широко. Но по характеру своему четвертичные отложения значительно отличаются от всех более древних. Прежде всего необходимо указать на то, что четвертичные отложения сложены исключительно рыхлыми породами. Явления метаморфизации и даже просто литификации в четвертичных осадках еще совершенно отсутствуют. Дислоцированность четвертичных отложений весьма незначительна, наблюдается лишь в орогенах и по характеру своему принадлежит преимущественно к типу глыбовых дислокаций.

Среди доступных в настоящее время изучению осадков четвертичного периода исключительно широко развиты континентальные отложения, значительную часть которых составляют ледниковые, пустынные и озерно-болотные осадки. В очень незначительном количестве встречаются лагунные и прибрежно-морские отложения, приуроченные к побережьям современных морей. Морские же осадки (за исключением литоральных) скрыты водами современных бассейнов.

В теснейшей связи с особенностями четвертичного периода находится и состав остатков органического мира, с которыми приходится встречаться.

Остатки флоры имеют своеобразный характер: вследствие того, что захоронение этих остатков осуществляется в рыхлых породах, не происходит процесса окаменения и не образуется отпечатков растений. Поэтому большей частью приходится иметь дело с такими остатками, как пыльца и споры растений, а также с породами растительного происхождения (лигниты, торф), требующими совершенно особой методики обработки (пыльцевой анализ и другие). Что касается видового состава флоры, то он почти не отличается от современного. Остатки фауны четвертичного периода отличаются хорошей сохранностью, но принадлежат главным образом наземным животным.

Наибольшее значение имеет фауна птиц и особенно млекопитающих.

В самом начале плейстоцена (гюнц и гюнц — миндель) фауна млекопитающих имела смешанный характер. Наравне с древне-четвертичными представителями млекопитающих в большом количестве встречались еще животные конца плиоценовой эпохи — такие, как саблезубый тигр *Machairodus*, *Hipparion*.

Из новых представителей фауны, характерных для плейстоцена, можно назвать *Elephas meridionalis*, *Rhinoceras etruscus*, *Trogontherium sivieri*.

В следующие миндельский и миндель-рисский века остатки плиоценовой фауны уже исчезают и это время, так же как и рисский и половина ресс-вюрмского века, характеризуются настоящей плейстоценовой фауной, имеющей таких представителей, как *Elephas antiquus*, *Elephas trogontherii*, *Rhinoceras mercki* и различные хищники — лев, гиена и др. В середине ресс-вюрмской межледниковой эпохи эта фауна сменяется фауной вюрмского века с такими формами, как настоящий мамонт *Elephas primigenius*, *Rhinoceras tichorinus*, пещерный медведь *Ursus speleus*, северный олень. Наконец, в голоцене фауна принимает уже вполне современный облик. Как одну из важнейших черт четвертичного периода, следует отметить появление человека. Кроме позвоночных животных в континентальных фациях четвертичных отложений нередко встречаются и остатки беспозвоночных, принадлежащие брюхоногим и пластинчатожаберным моллюскам. Среди них

можно отметить такие, как *Paludina*, *Helix*, *Limneus*, *Planorbis*, *Unio*.

Таким образом, важнейшими геологическими документами четвертичного периода являются остатки наземной флоры и фауны и остатки человека, как его самого, так и остатки орудий труда и его жизнедеятельности.

Однако в отложениях четвертичного периода, благодаря широкому и неоднократному распространению покровного оледенения, наряду с органическими остатками очень большое стратиграфическое значение имеют отложения ледников—морены, чередующиеся с межморенными отложениями межледниковых эпох, обычно содержащих в себе органические остатки.

3. Альпийский орогенез

Альпийский орогенез относится по своей интенсивности к наиболее мощным в истории Земли. Он охватил огромные области Средиземноморской и Тихоокеанской геосинклиналей. Но отдельные фазы его в различных районах проявились с разной силой. Начало его падает на вторую половину мелового периода. Первая субгерцинская — сравнительно незначительная фаза приходится на кампанский век. На границе же мезозоя и кайнозоя разражается одна из крупнейших орогенических фаз — ларамийская, которая получила название „ларамийской революции“.

Между заключительной фазой киммерийского орогенеза и „ларамийской революцией“ в верхнемеловую эпоху, развивается одна из самых значительных трансгрессий, захватившая все континенты и существовавшая в течение всего верхнего мела. В результате же поднятия континентов, связанного с ларамийскими движениями, к концу мела на огромных площадях, занятых ранее морем, устанавливается континентальный режим.

Ларамийская фаза особенно энергично проявилась в западной краевой зоне Северной и Южной Америки, а также в Альпах. Однако в Южной Европе очень большое значение имели и последующие пиренейская (начало олигоцена) и особенно савская (граница олигоцена и миоцена) фазы. Последняя является в Южной Европе, а также и в Малой Азии главной орогенической фазой. В пиренейскую фазу образовалась также складчатая область Гималаев.

Штирийской фазе (миоцен) Западной Европы в Северной Америке отвечает каскадная фаза, которая, так же как и ларамийская, сыграла исключительно большую роль в создании краевых цепей Тихоокеанского побережья Северной Америки и Анд в Южной Америке.

Следующая аттическая фаза (граница миоцена и плиоцена) особенно значительно сказалась в Крымско-Кавказской складчатой зоне, выразившись преимущественно в положительных верти-



Рис. 12. Схема расположения структурных элементов земной коры после альпийского орогенеза.

кальных движениях большой амплитуды, а в области Малого Кавказа в сильных пликативных дислокациях. Две последние фазы: сравнительно слабая роданская (ронская — плиоцен) и валах-глыбовыми движениями.

Таким образом, альпийские складчатые области, в основном, сформировались в третичном периоде, хотя дальнейшее развитие их продолжается и в четвертичное время. В четвертичном периоде также устанавливается несколько фаз Альпийского орогенеза, но эти фазы по силе много уступают фазам третичного периода. Конечным результатом этих последних фаз являются глыбовые перемещения, сопровождающиеся иногда крупными разломами и надвигами, главным же образом тектонические фазы четвертичного периода проявились в воздымании, продолжающемся и в настоящее время, обширных площадей ранее образовавшихся складчатых структур (рис. 12).

Альпийский цикл тектогенеза очень сильно проявился по всей земной коре, при этом в подвижных или геосинклинальных зонах альпийские движения привели к образованию мощных, интенсивно складчатых систем, на громадных же пространствах древних платформ и архейских, каледонских, герцинских и киммерийских складчатых областей, произошли крупнейшие дифференциальные перемещения. Заложенные в различные предыдущие времена разломы под влиянием альпийского тектогенеза были оживлены и по ним начались положительные и отрицательные движения блоков земной коры. Архейские, каледонские и герцинские горные сооружения, в большинстве случаев почти полностью пенепленизированные до стадии низких равнин, были вновь подняты, вследствие чего древние горы как бы возродились. Такие возрожденные горы называют регенерированными. Параллельно огромным поднятиям древних выровненных горных сооружений, нередко на несколько сотен и даже тысяч метров, под влиянием альпийского орогенеза произошли и опускания обширнейших площадей древней консолидации, что привело во многих местах к трансгрессии моря. Все эти движения вместе взятые и обусловили современный облик Земли.

Г. Руководящая флора

а) Палеозой

Зеленые водоросли

Род Cyclocrinus — мутовчатая сифония сферического типа. Боковые отростки радиально расходятся от вздутого окончания оси и несут грибовидные расширения. Путем соприкасания этих расширений образуется сферическое тело водоросли. Основная ось, ножки боковых отростков и чашечкообразные основания грибовидных расширений обизвествлены. Геологическое распространение — нижний силур.

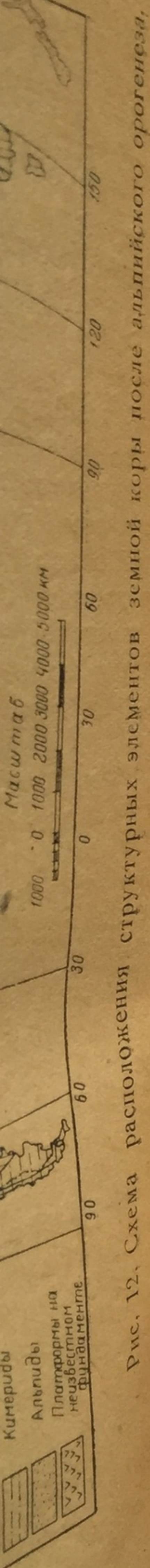


Рис. 12. Схема расположения структурных элементов земной коры после альпийского орогенеза.

Псилофиты

Pod Orestovia. Побег лентовидные, дихотомически разветвленные. Концы молодых побегов спирально свернуты. Кое-где видны крючковидные выпячивания поверхности побегов (начало развития листьев). Геологическое распространение — средний девон.

Харовые

Pod Trochiliscus. Оогонии трохилисков по величине и по форме сходны с оогониями хар, но более округлы. Число спиральных покровных клеток от 8 до 18, завиты против часовой стрелки. Геологическое распространение — девон.

Папоротники

Pod Archaeopteris. Вайя перистая; перышки от ромбических до круглых, цельнокрайние или рассеченные. Плодущие перышки, совершенно измененные, находятся обычно у основания вайи и несут спорангии без кольца. Наблюдается первая стадия развития разноспоровости. Геологическое распространение: верхний девон — нижний карбон.

Pod Glossopteris. Листочки большие, языковидные или ланцетовидные. От срединной жилки под очень острым углом отходят боковые жилки, связанные анастомозами, образуя сетку с удлиненными петлями. Геологическое распространение: верхний карбон — нижний триас.

Плауны

Pod Lepidodendron. На отпечатках коры листовые подушечки лежат в спиральных рядах то тесно сближенно, то отделены друг от друга извилистыми дорожками. Форма подушечек от ромбической до веретеновидной, посредине или ближе к верхнему краю находится листовая рубец со следами от проводящего пучка и двух тяжей аэренхимы. Над листовым рубцом расположен маленький трехугольный рубчик, соответствующий язычку или лигуле.

Нижнее, находящееся под листовым рубцом, поле листовой подушечки разделено килем на левое и правое поля, на которых видны по одному рубцу от аэренхимы. Геологическое распространение: карбон.

Pod Sigillaria. На поверхности коры расположены листовые рубцы, которые имеют на себе три рубчика от проводящего пучка и аэренхимы по бокам и след лигулы над листовым рубцом. Рубцы расположены или непосредственно на совершенно гладкой коре, или сидят в вертикальных рядах, разделенных прямыми или извилистыми желобками. Геологическое распространение: карбон — нижняя пермь.

Каламиты

Род Calamites. Древовидные растения до 20—30 м высоты. Стебель несет на узлах мутовки простых, небольших, лишенных черешка листьев, не сросшихся или почти не сросшихся в основании.

Ребра соседних междоузлий чередуются друг с другом, также расположены листья следующих друг за другом мутовок.

Листья узкие, заостренные к верхушке, с одним проводящим пучком. Геологическое распространение: карбон — пермь.

Семенные папоротники

Род Alethopteris. Вайя сложноперистая, сегменты тупые, вытянутые, параллельнокрайние, прикрепляются к стержню широким избегающим основанием, с ясной средней жилкой и густыми вторичными, перисто выходящими из средней. Семя *Trigonocarpus*. Геологическое распространение — средний карбон.

Род Neuropteris. Вайя сложноперистая, сегменты, в основании сердцевидно вырезанные, прикрепляются узким средним участком основания. Жилка средняя не всегда явно намечается, вторичные многочисленные, расходящиеся в края. Геологическое распространение — карбон.

Кордаиты

Род Noeggeratiopsis. Листья ланцетные или лопатовидные, до 30 см величиною. Жилки часто вильчатые, выходят в края пластинки. Геологическое распространение: верхний карбон — пермь.

Таксодиевые

Род Voltzia. Листья диморфные, двурядно расположенные. Шишки длинные цилиндрические, несущие чешуи, разделенные на 3—5 долей, с двумя-тремя семенами. Геологическое распространение: пермь — нижний триас.

Араукариевые

Род Walchia. Ветви предпоследнего порядка разветвляются перисто, неся два ряда маленьких веточек. Как на главных, так и на боковых веточках спирально расположены шиловидные четырехгранные листья. Древесина араукариевого строения. Геологическое распространение: верхний карбон — нижняя пермь.

б) Мезозой и кайнозой

Папоротники

Род Clathropteris. Вайи дланевидно рассеченные; перья сложные, вдоль края зубчатые, сливаются у верхушки рахиса. Жил-

кование сложное, сетчатое, с прямоугольными петлями. Геологическое распространение: рэт — нижняя юра.

Род Cladophlebis. Вайи перистые, сегменты (перышки) прикреплены к стержням всем основанием или лишь слабо перетянуты у самого основания. Жилкование сегментов перистое. Геологическое распространение: рэт — нижний мел.

Род Coniopteris. Вайя перистая, перышки к основанию клиновидно сужены, вдоль края лопастно-рассеченные; сорусы сидят на краю лопастей более или менее сильно редуцированной пластинки. Жилкование сегментов перистое. Геологическое распространение — юра.

Хвощевые

Род Equisetites. Побег членистый с ребрами, чередующимися в смежных междоузлиях. В узлах листовые влагалища, состоящие из одонервных листьев, спаянных по всей длине, свободными остаются лишь краевые рубцы. Геологическое распространение: триас — ныне.

Саговообразные

Род Nilssonia. Длинные ланцетовидные листья. Пластинка листа не разделена на сегменты или более или менее сегментирована, прикреплена непосредственно к верхней стороне рахиса. Жилки тесно расположены и мало ветвятся, чаще совсем простые. Геологическое распространение: триас — мел.

Род Taeniopteris. Длинные листовидные листья, снабженные более или менее толстым рахисом. Пластинка листа совершенно не сегментирована, прикреплена к бокам рахиса. Жилки обычно ветвятся при основании. Геологическое распространение: верхний карбон — юра.

Род Pterophyllum. Вайя перистая, с удлинёнными сегментами, сидящими по сторонам толстого рахиса, снабженными несколькими продольными, дихотомически ветвящимися жилками. Геологическое распространение: верхний карбон — нижний мел.

Род Ptilophyllum. Относительно узкие вайи перистого строения, сегменты прямые параллельнокрайние или слегка серповидные, прикрепленные к верхней поверхности рахиса. Жилки, параллельные краям, местами дихотомически ветвятся. Геологическое распространение: триас — юра.

Гинкговые

Род Ginkgoites. Древовидные формы. Листья с длинным и тонким черешком, листовая пластинка широкая, веернорассеченная. Жилкование веерное. Геологическое распространение: верхний триас — ныне.

Род Sphenobaiera. Листья без обособленного черешка, к основанию клиновидно сужены, вдоль верхнего края рассечены на параллельнокрайние доли. Жилкование веерное. Геологическое распространение: нижняя пермь — нижний мел.

Род Czekanowskia. Дихотомически разветвленные под острым углом листья, лопасти которых очень узки, почти шиловидны.

Листья сидят пучками на укороченных побегах, при основании одетых верхушечными листьями. Рассечение жилок следует рассечению пластинки. Геологическое распространение: рэт — нижний мел.

Хвойные

Род Pithyophyllum. Изолированная листовая пластинка хвойного, принадлежащая семейству сосновых. Хвоя плоская с одной жилкой, длинная, узколинейная, к основанию вытянутая в короткий черешок. Геологическое распространение: триас — ныне.

Платановые

Род Credneria. Лист пятисторонний. Жилкование сложное перисто-сетчатое. Ниже хорошо выраженных базальных жилок располагаются две пары инфрабазальных. Геологическое распространение: верхи нижнего мела — верхний мел.

Магнолиевые

Род Magnolia. Кожистые листья широколанцетного очертания, вдоль края очень тонкозубчатые. Жилкование брохиодромного типа. Геологическое распространение: верхи нижнего мела — ныне.

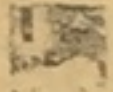
Лавровые

Род Cinnamomit. Цельнокрайний кожистый лист с брохиодромным жилкованием и с хорошо развитой парой базальных жилок. Геологическое распространение: верхи нижнего мела — ныне.

Березовые

Род Betula. Лист овальный с оттянутой острой верхушкой, с повторнозубчатым или городчатым краем. Жилкование краспедодромное. Типичны плоды. Геологическое распространение: эоцен — ныне.

Буковые

 Род *Quercus*. Лист ланцетный, вдоль края рассечен на округлые лопасти. Жилкование краспедодромного типа. Типичны плоды. Геологическое распространение: верхний мел — ныне.

Род *Fagus*. Ланцетный лист с пильчатым краем. Жилкование краспедодромное. Типичны плоды. Геологическое распространение: верхи нижнего мела — ныне.

* *

Схема геологического распространения беспозвоночных дана в приложении 1.

Схема геологического распространения позвоночных дана в приложении 2.

Схема геологического распространения важнейших групп растительного мира дана в приложении 3.

ен на округ-
ипичны пло-
ыне.
Жилкование
испростране-

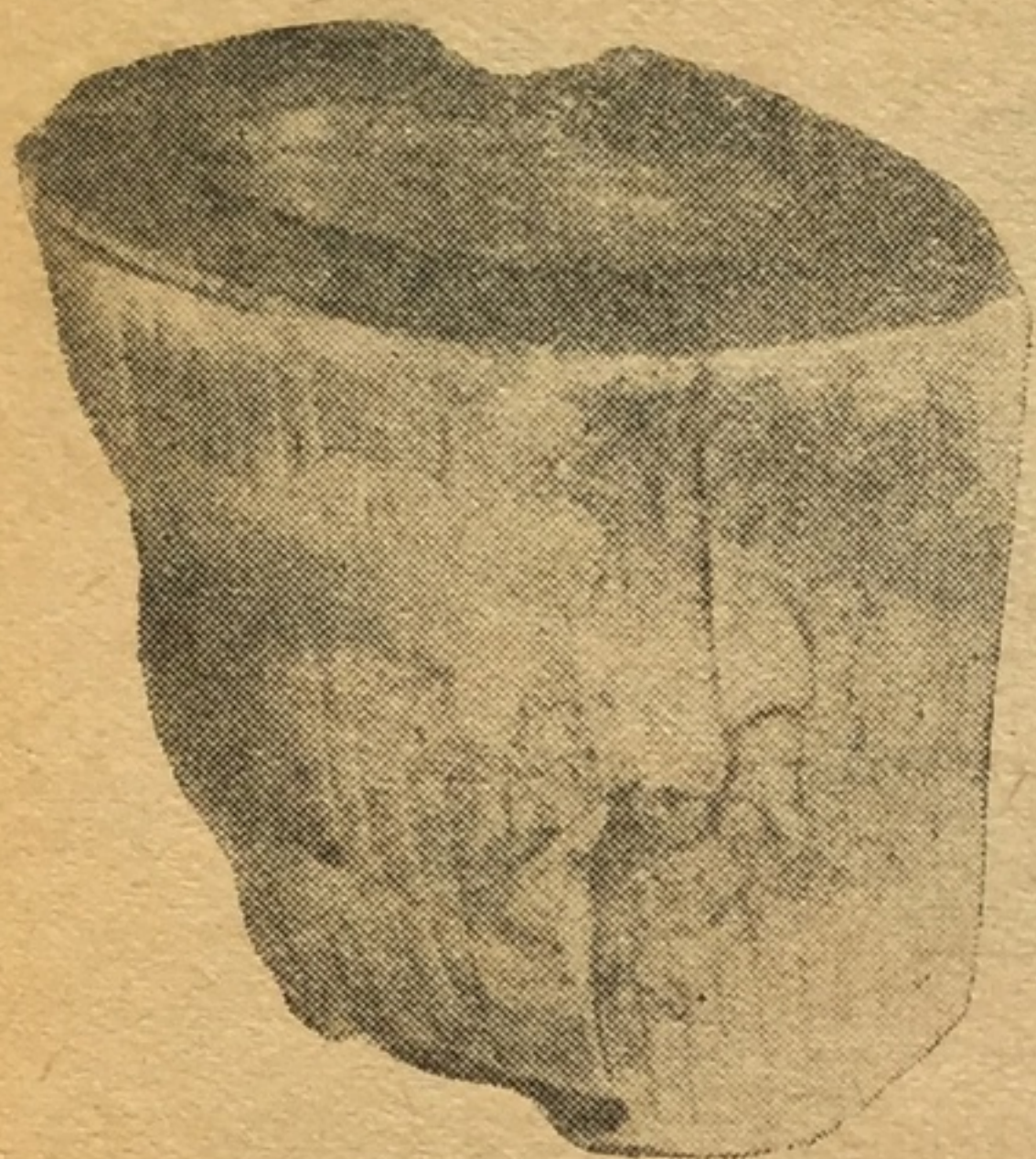
очных дана

чных дана

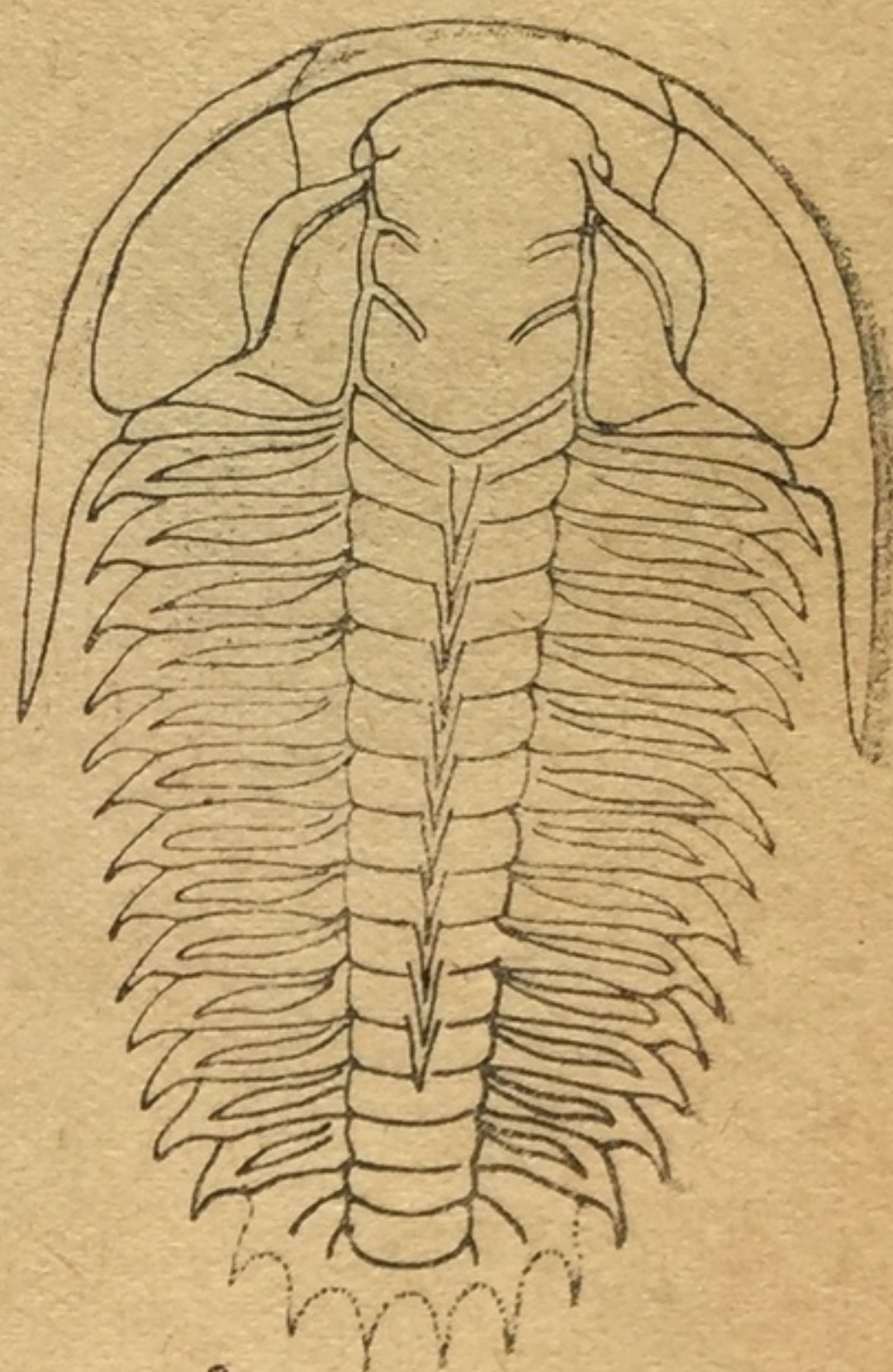
групп ра-

ТАБЛИЦЫ И ПРИЛОЖЕНИЯ

I - A
Dor



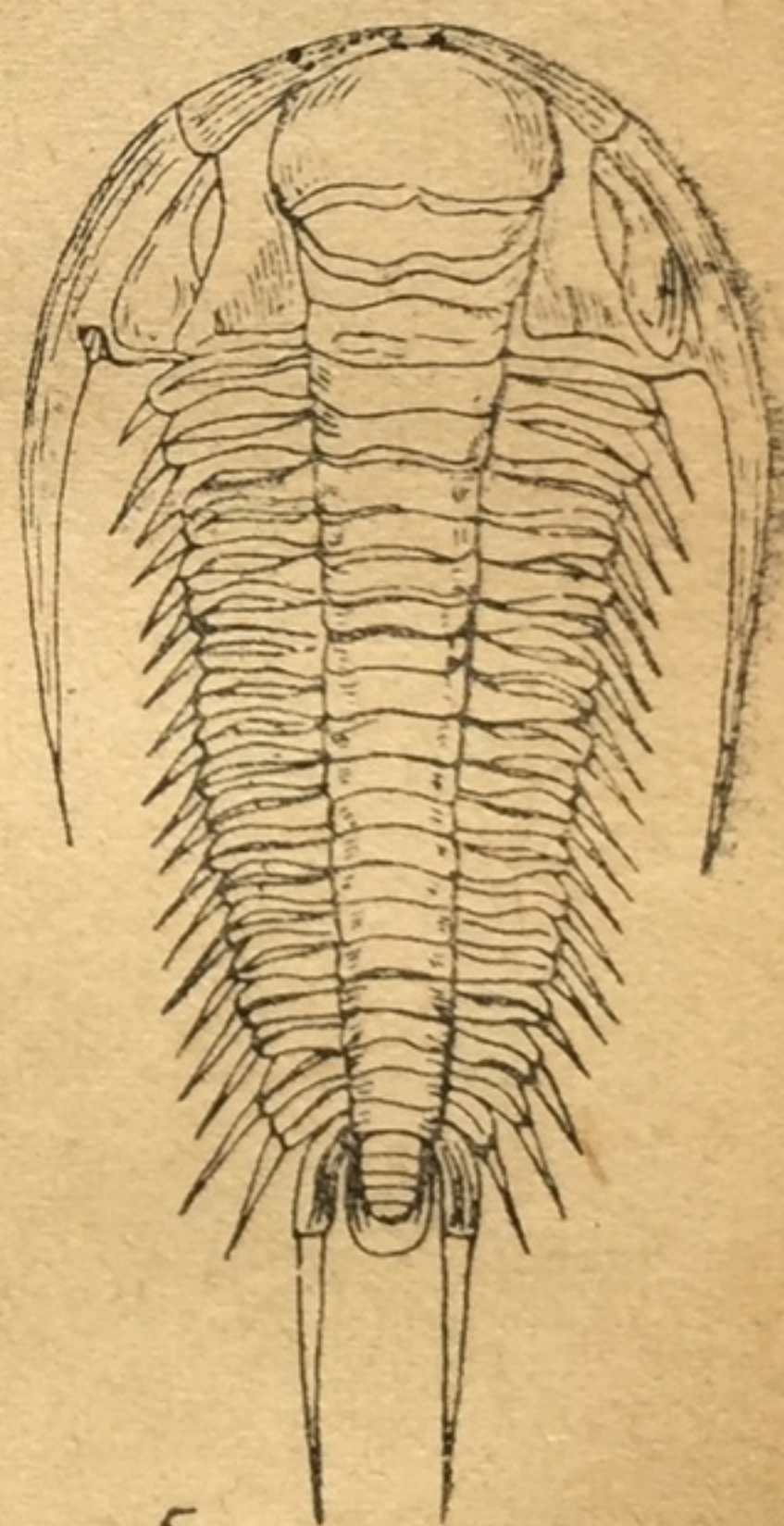
1



2



3a



5



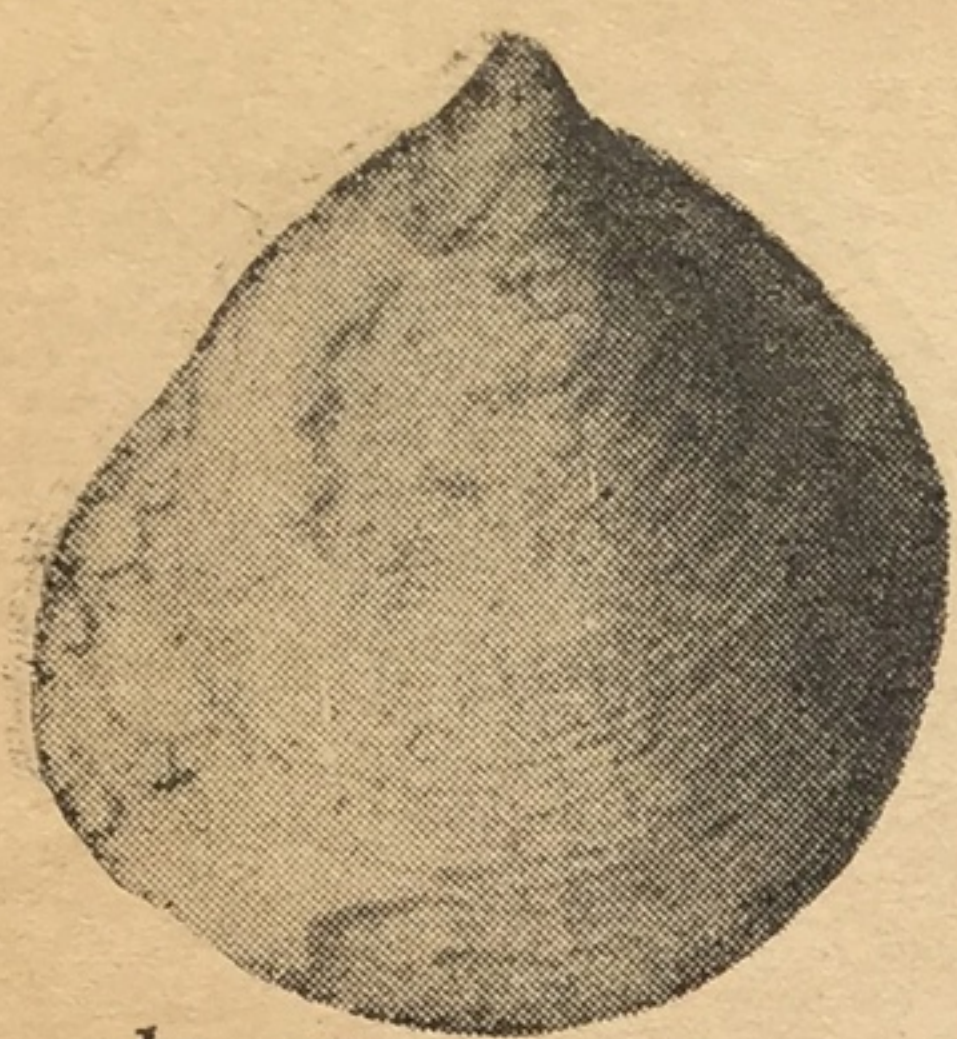
3b



4

Таблица I.

1 — *Archaeocyathus minussiensis* Vologd.; 2 — *Olenoides obrutschewi* Lerm.; 3a, б — *Dorypige slatkowskii* Schm.; 4 — *Olenus truncatus* Brunn.; 5 — *Paradoxides bohemicus* Barr. ($\times \frac{1}{2}$).



1a



1b



1c



1d



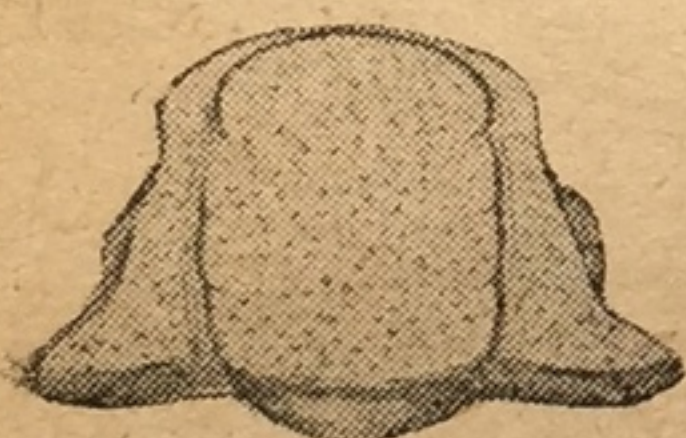
2



3



4



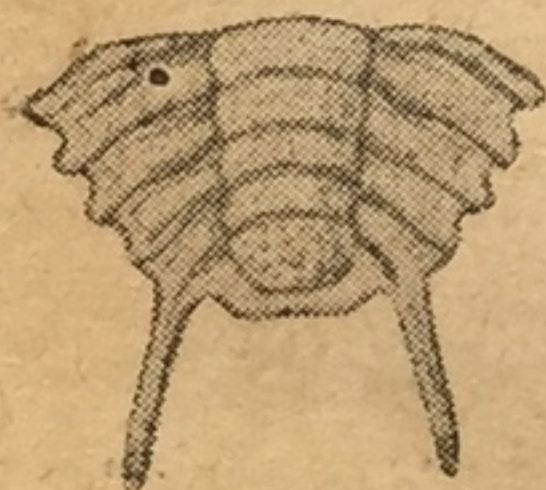
5



7a



6



7b



Таблица II.
 1a, б, в, г — *Mickwitzia monilifera* Lns.; 2 — *Ptychoparia kochibei* Walck. ($\times \frac{1}{2}$);
 3 — *Olenellus (Holmia) kjerulfi* Lns. ($\times \frac{1}{2}$); 4 — *Schmidtellus mickwitzi* Schm.
 ($\times \frac{3}{4}$); 5 — *Dorypyge richthofeni* Dam.; 6 — *Agnostus pisiformis* Linné ($\times 2$);
 7a, б — *Volborthella tenuis* Schm.

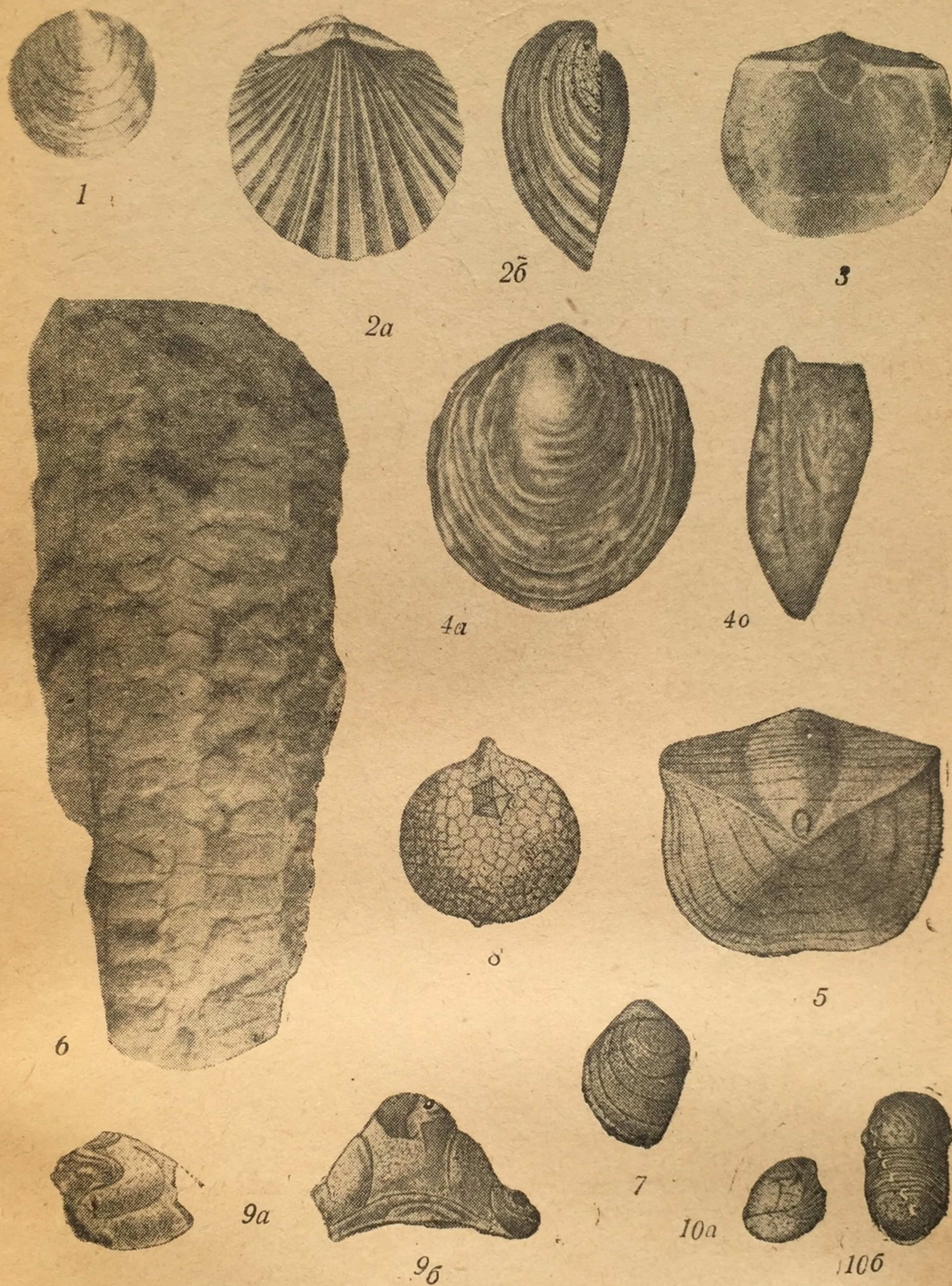


Таблица III.

1 — *Obolus apollinis* Eichw. ($\times 2$); 2a, б — *Orthis calligramma* Dalm. ($\times \frac{3}{2}$); 3 — *Clitambonites planus* Pand.; 4a, б — *Angarella* Asatk.; 5 — *Clitambonites anomalus* Pand.; 6 — *Endoceras duplex* Wahl. ($\times \frac{1}{2}$); 7 — *Siphonotreta unguiculata* Eichw. Pand.; 8 — *Echinosphaerites aurantium* Gyll.; 9a, б — *Amphilichas snjatkovi* Veb. ($\times \frac{3}{4}$); 10a, б — *Bumastus trentonensis* Emmr. ($\times \frac{2}{3}$).

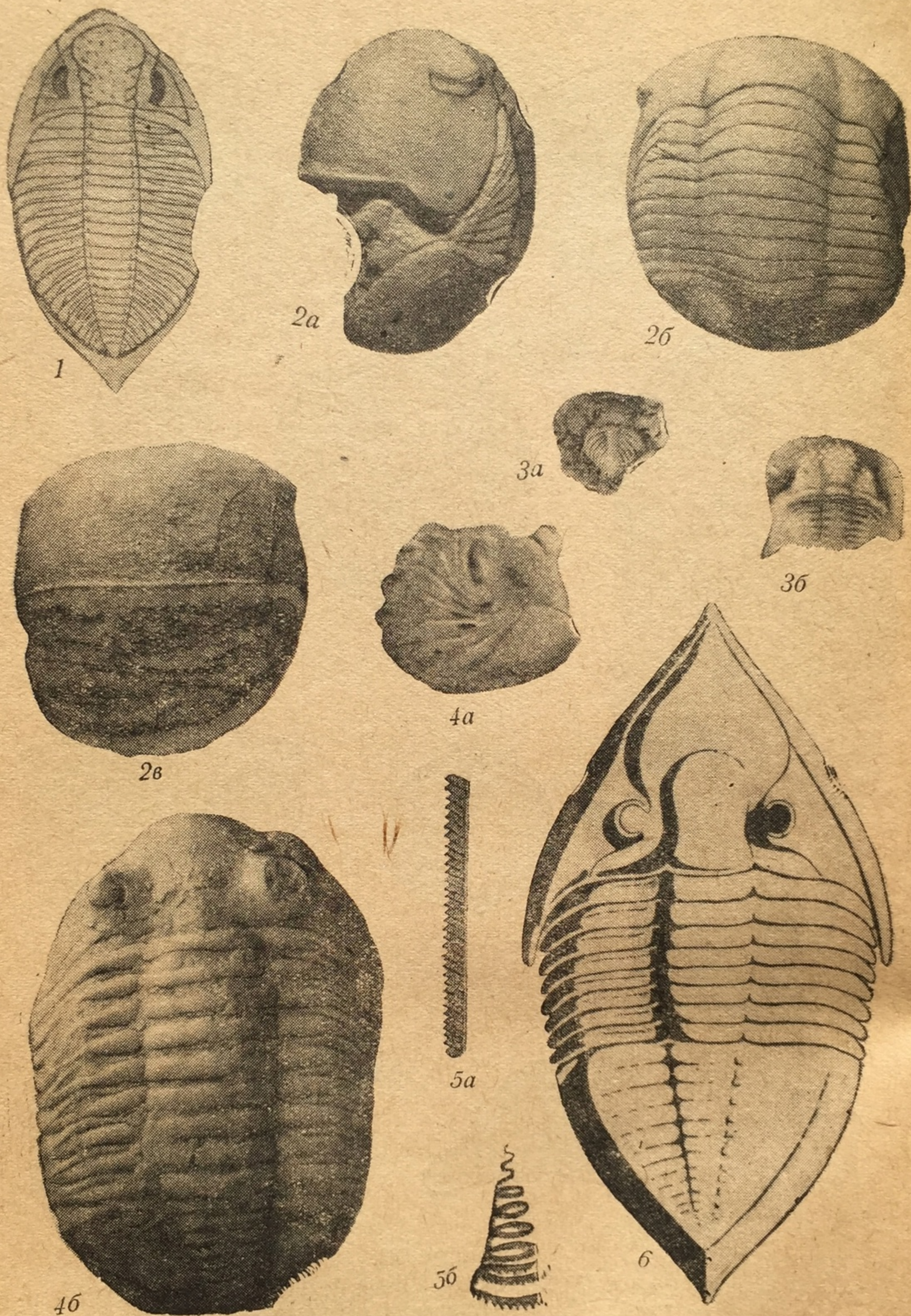


Таблица IV.

1 — *Dalmanites caudatus* Brunn. ($\times \frac{3}{4}$); 2a, б, в — *Illaenus esmarkii* Schloth.
 3a, б — *Encrinurus punctatus* Wahl.; 4a, б — *Asaphus expansus* Lhrs.; 5a, б — *Monograptus* Geinitz em. Jaek. et Frech.; 6 — *Megalaspis limbata* Sars. et Boeck. ($\times \frac{1}{2}$);

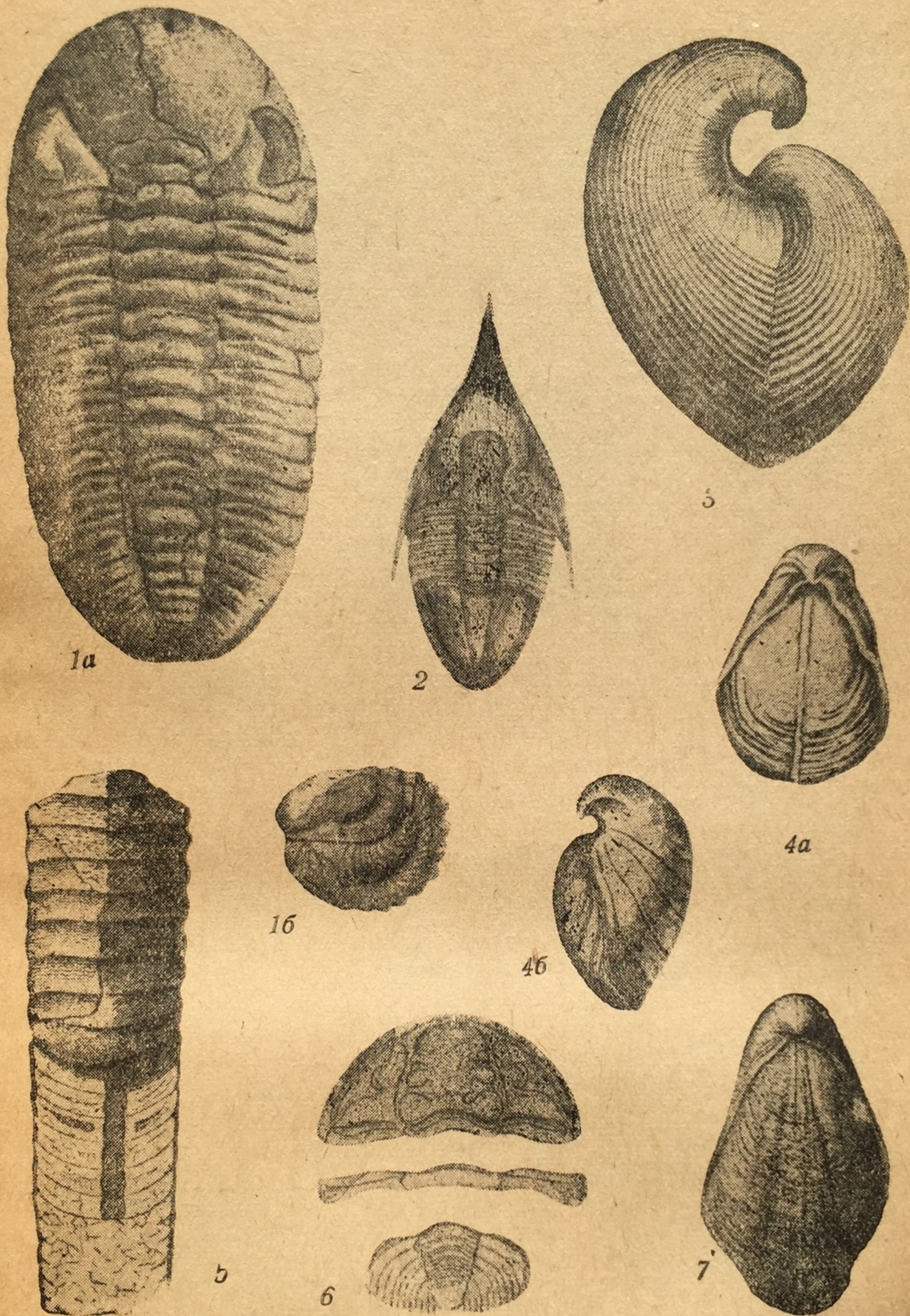
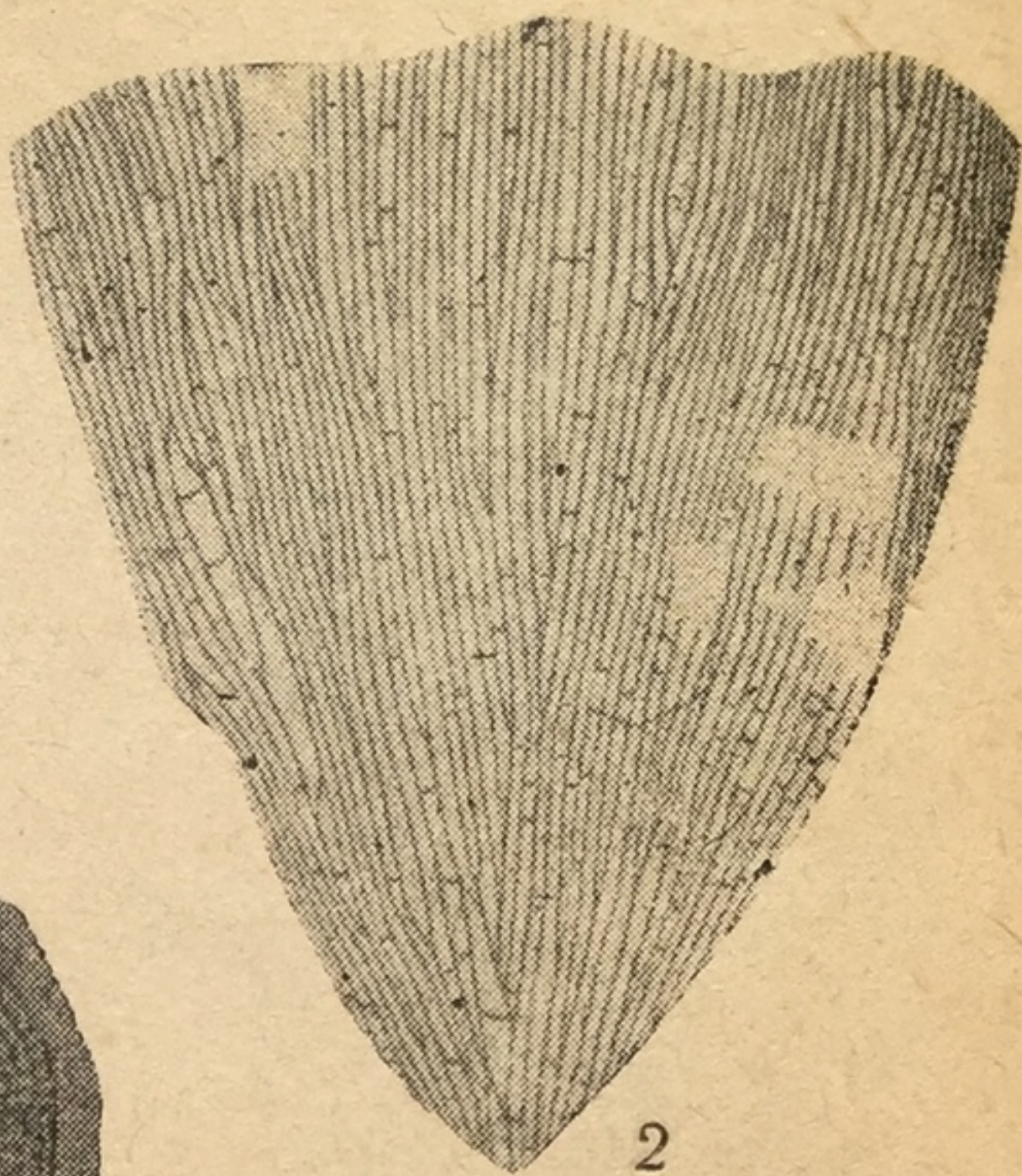


Таблица V.

1a, б — *Phacops fecundus* Barr.; 2 — *Megalaspis extenuata* Ang. ($\times \frac{2}{3}$); 3 — *Pentamerus knighti* Sow.; 4a, б — *Pentamerus borealis* Eichw. ($\times \frac{3}{4}$); 5 — *Dawsonoceras annulatum* Sow.; 6 — *Calymene blumenbachii* Bronn. ($\times \frac{3}{4}$); 7 — *Pentamerus esthonus* Eichw. ($\times \frac{1}{2}$)



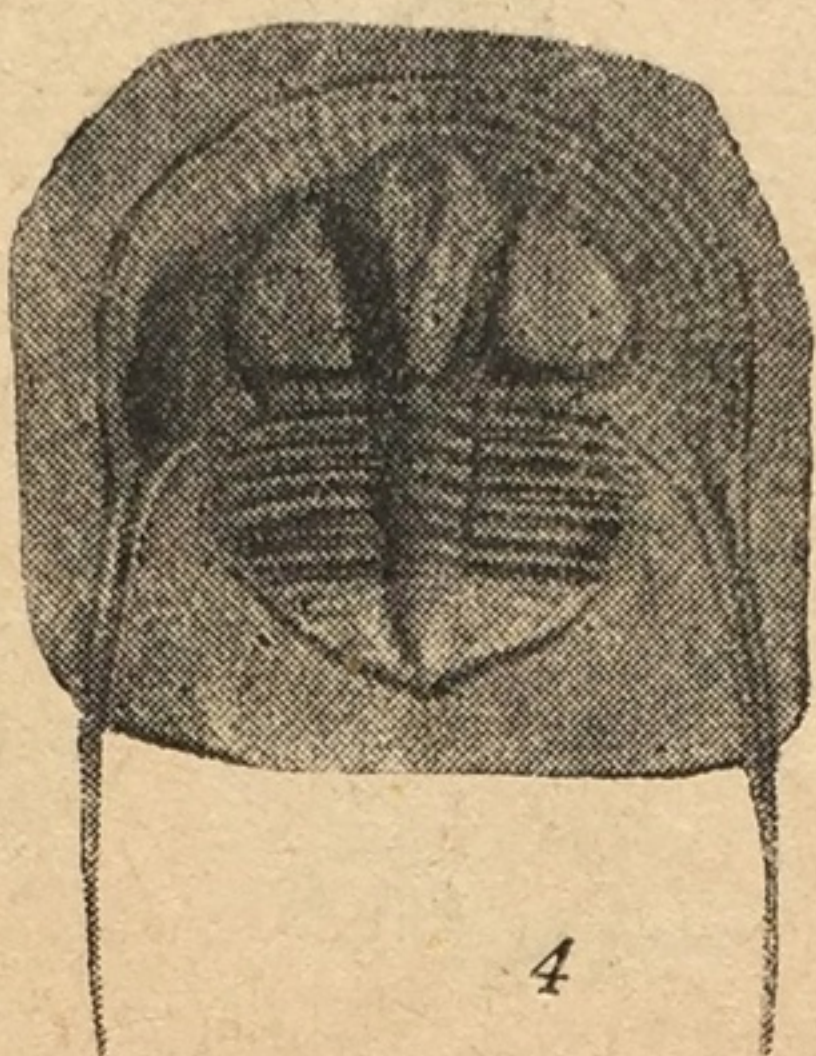
1



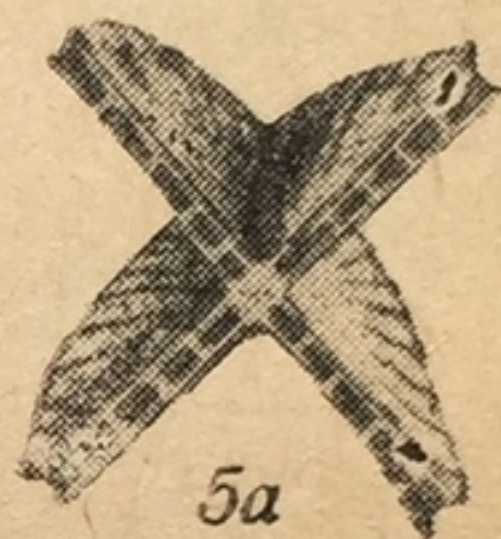
2



3



4



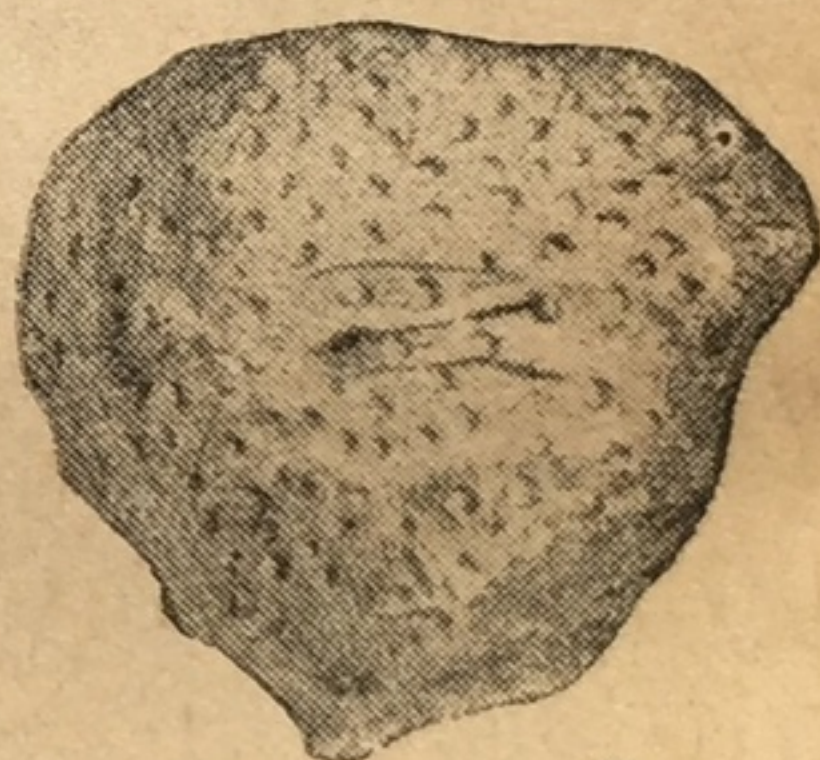
5a



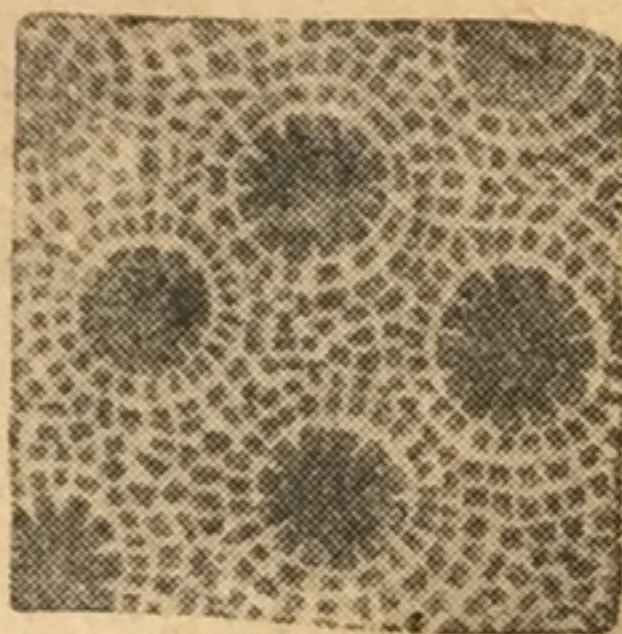
5b



6



7a



7b

Таблица VI.

1 — *Palaeohalysites „escharoides“* Lamarck ($\times 5$); 2 — *Dictyonema flabelliforme* Hall.; 3 — *Halysites „catenularia“* Linné; 4 — *Trinucleus ornatum* Barr.; 5a, б — *Phyllograptus* Hall. ($\times 2$); 6 — *Favosites gotlandicus* Lam.; 7a, б — *Heliolites interstinctus* Linné (7б — сильно увеличено).

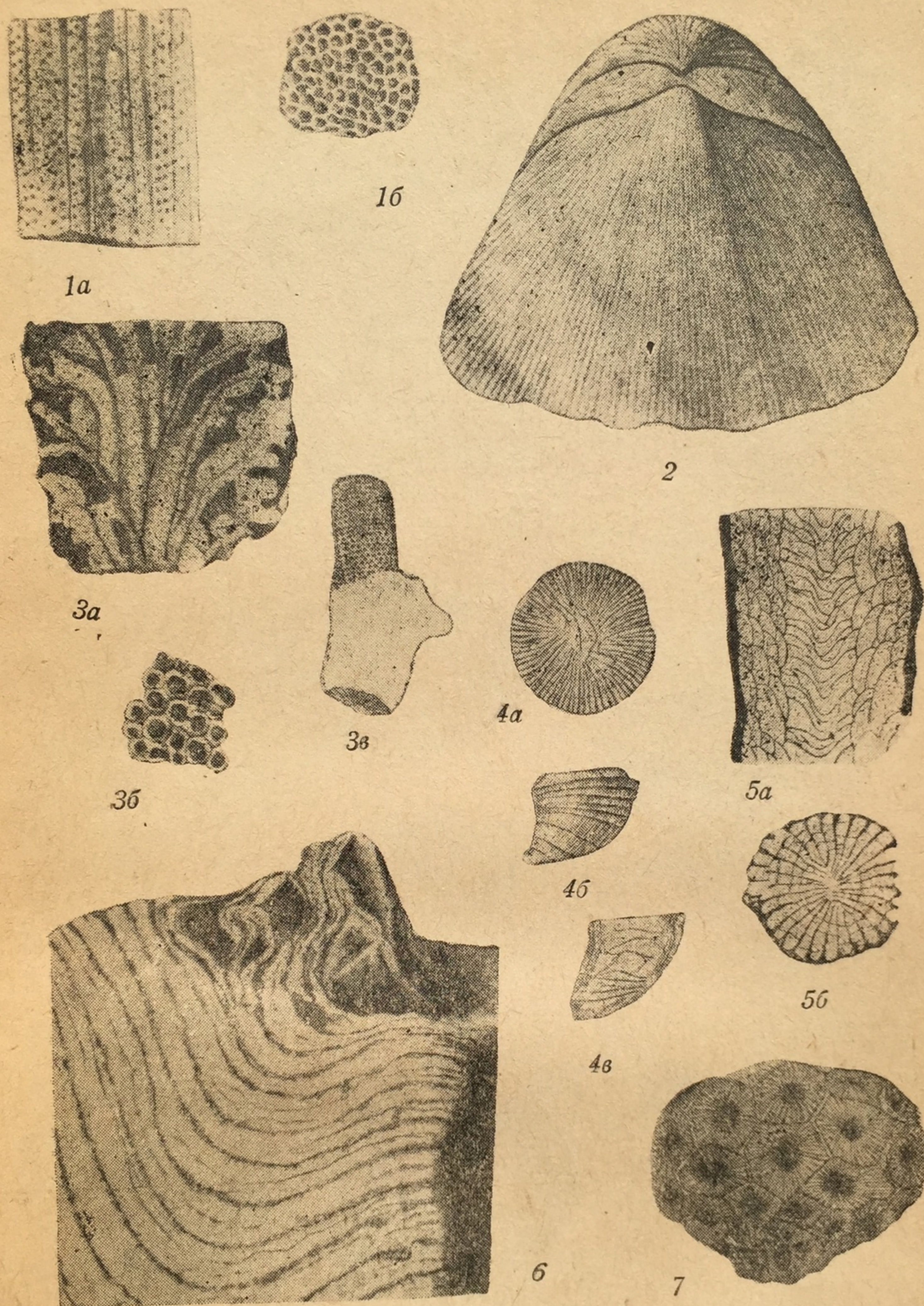


Таблица VII.

1a, б — *Favosites goldfussi* d'Orb. ($\times \frac{3}{4}$); 2 — *Pentamerus vogulicus* Vern.;
 3a, б, в — *Thamnopora cervicornis* (Blainv.) (3в — $\times \frac{2}{3}$; 3a, б — увеличено сильно); 4a, б, в — „*Cyathophyllum*“ *ceratites* Goldf. ($\times \frac{2}{3}$); 5a, б — „*Cyathophyllum*“
caespitosum Goldf. (увеличено); 6 — *Stromatopora concentrica* Goldf.; 7 — *Hexagonaria hexagonum* (Goldf.) ($\times \frac{2}{3}$).

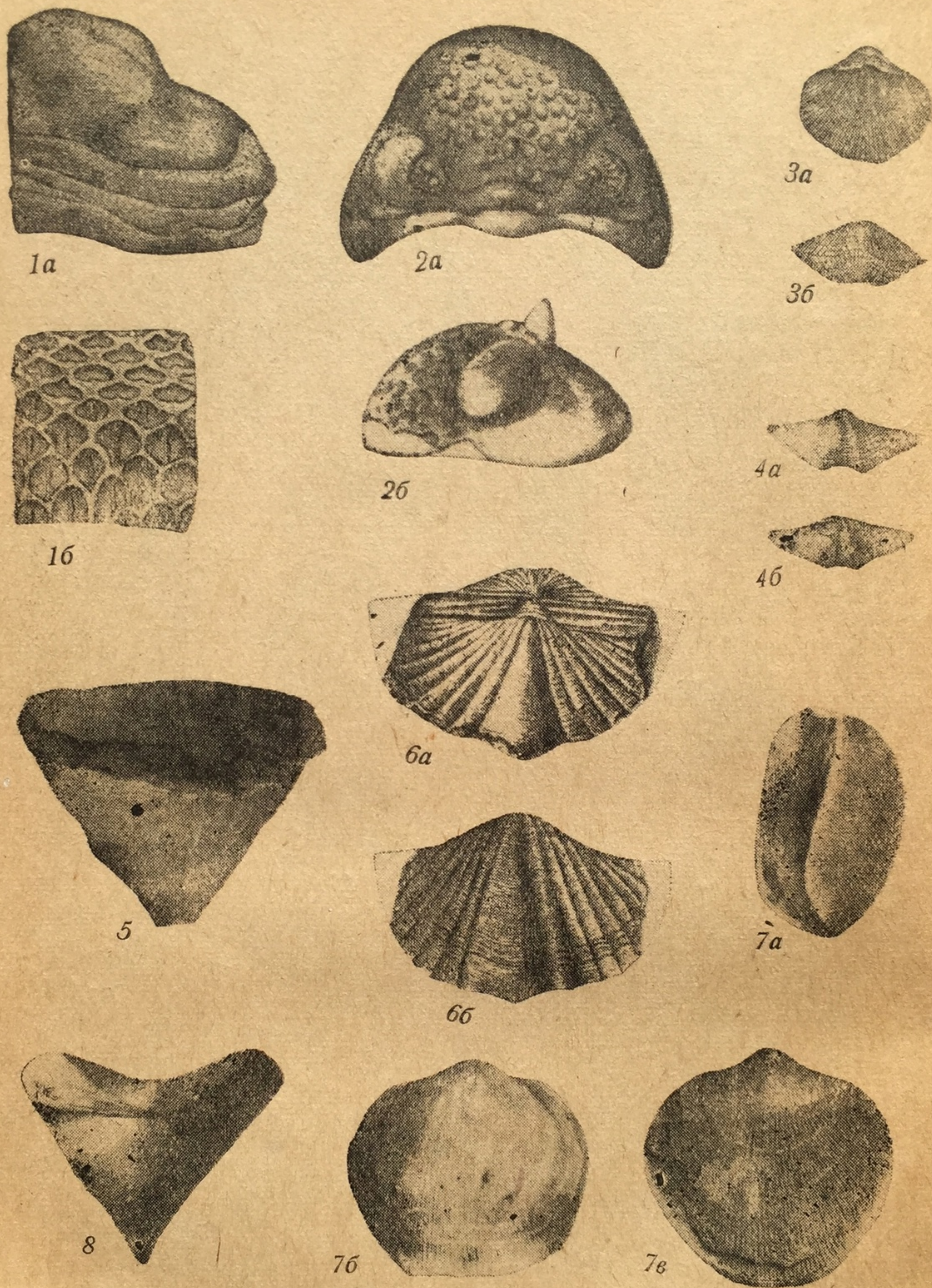
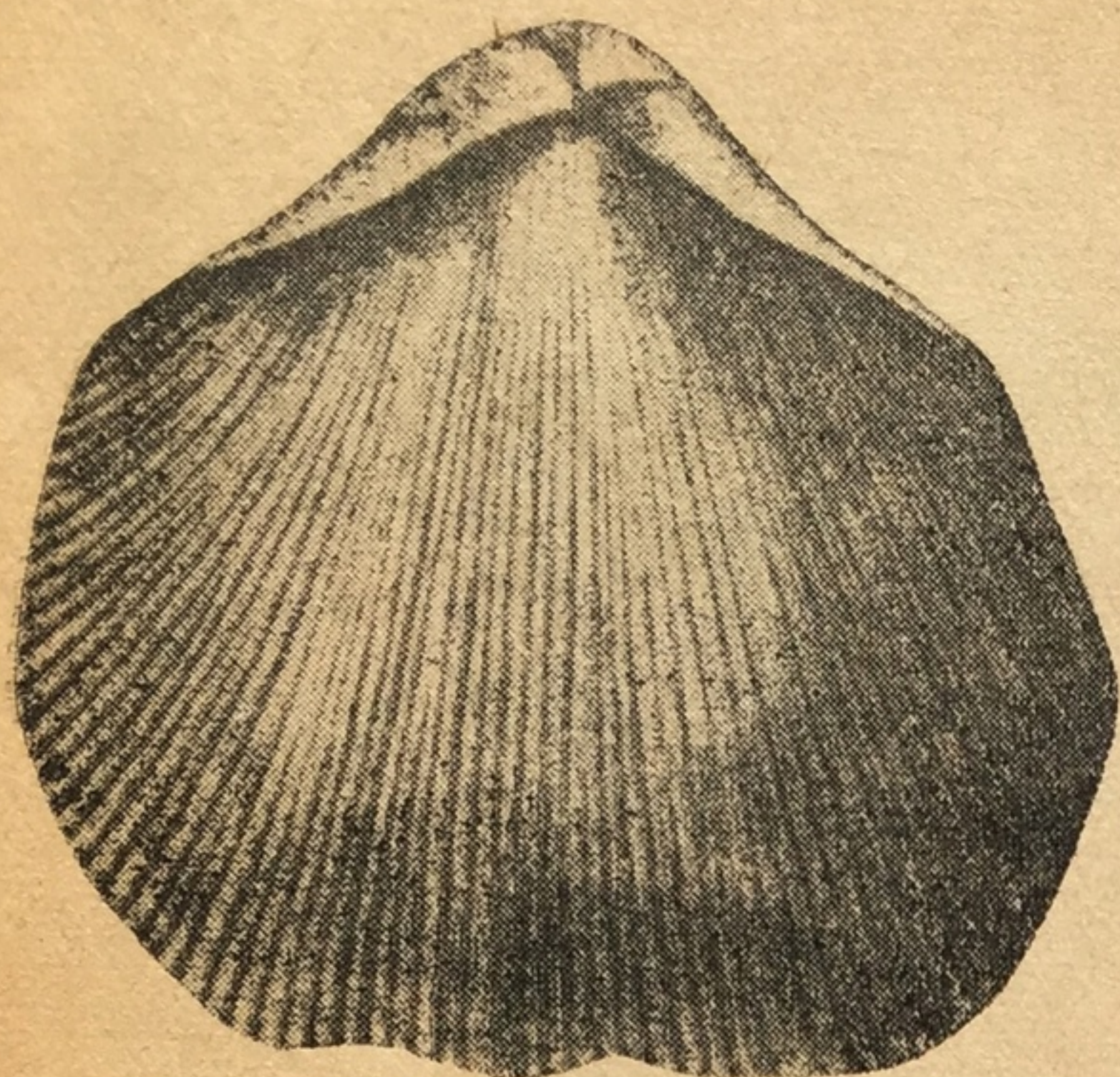
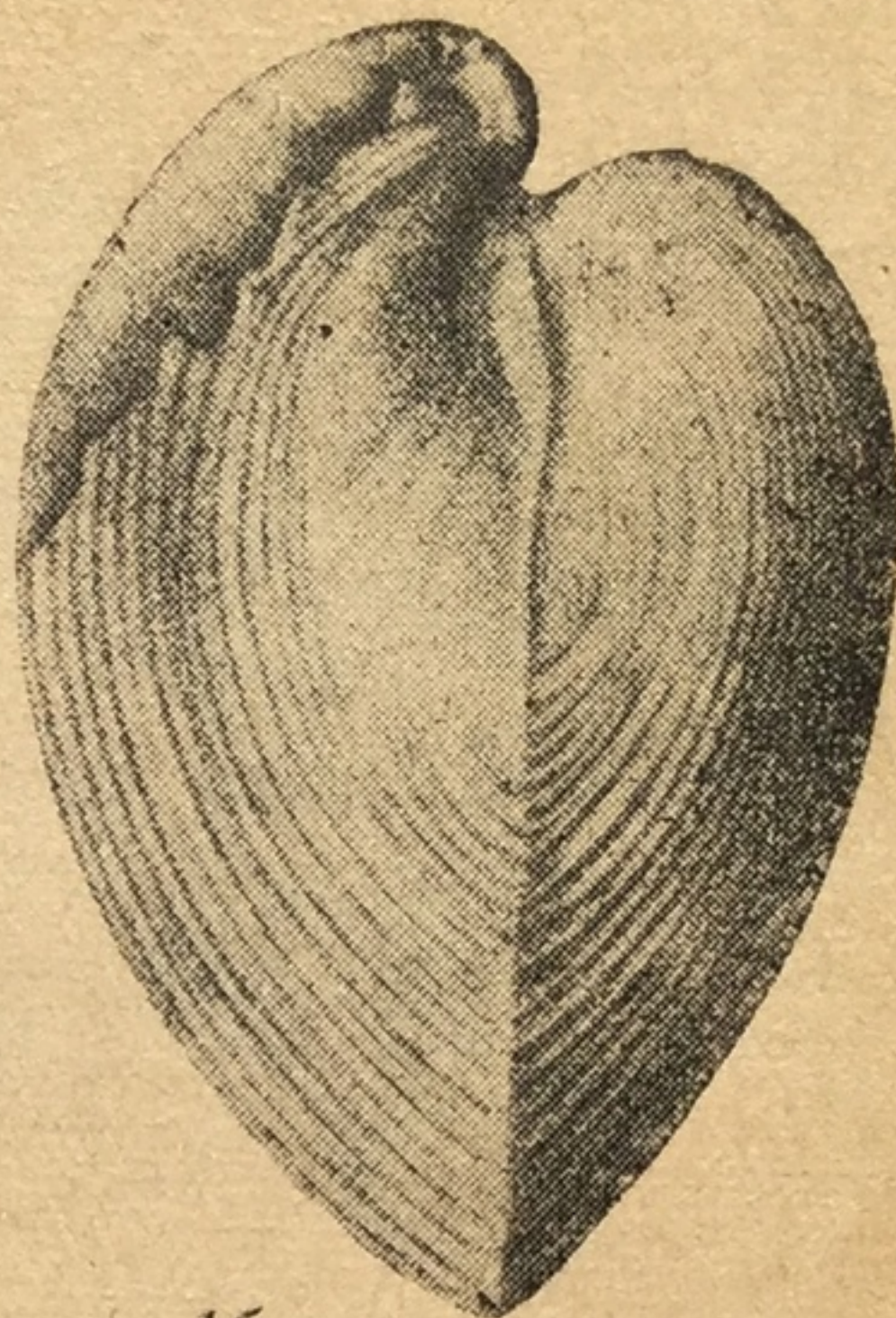


Таблица VIII.

1a, б — *Alveolites suborbicularis* Lam. ($\times \frac{2}{3}$); 2a, б — *Phacops latifrons* Bronn.
 3a, б — *Spirifer anossofi* Vern. ($\times \frac{2}{3}$); 4a, б — *Anathyris phalena* Phill. ($\times \frac{2}{3}$);
 5 — *Calceola sandalina* Lam.; 6a, б — *Spirifer chechiel* Koninck ($\times \frac{2}{3}$); 7a, б, в —
Atrypa reticularis Linné. 8 — *Rhynchonella meyerendorffii* Vern.



1a



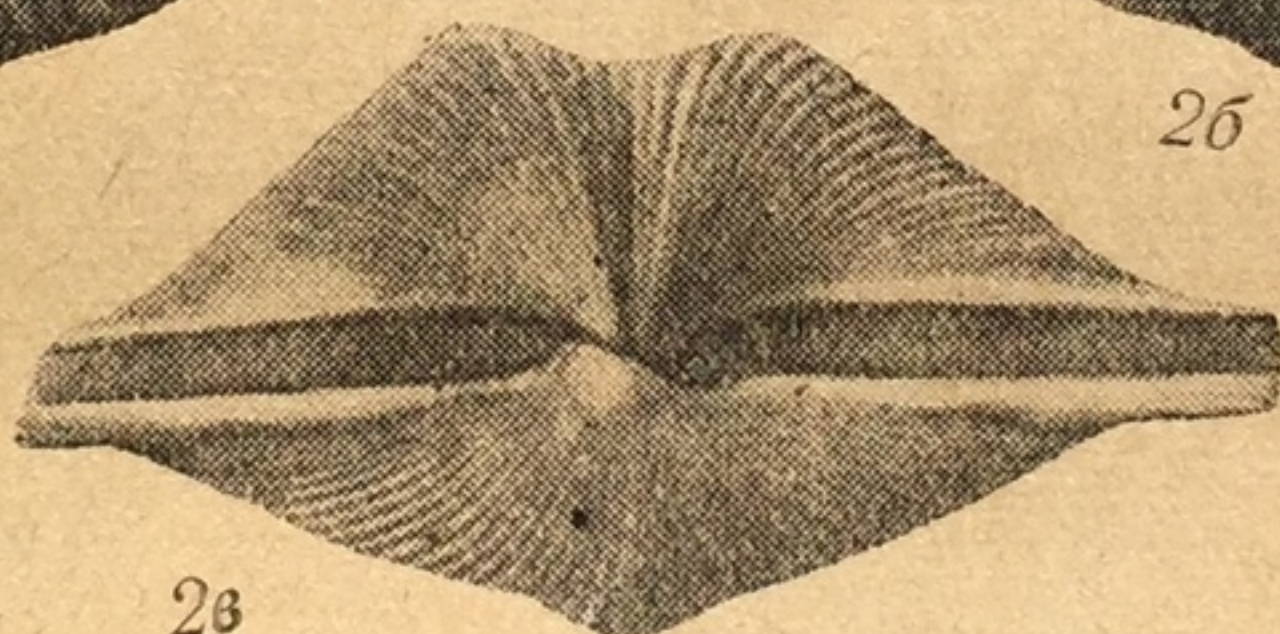
1б



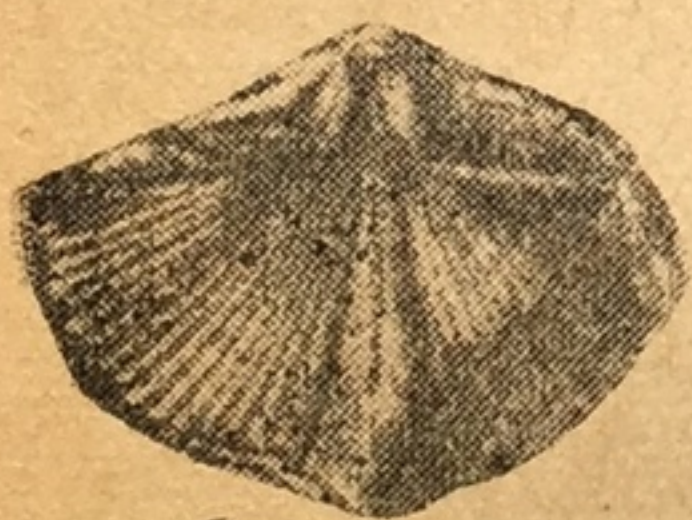
2a



2б



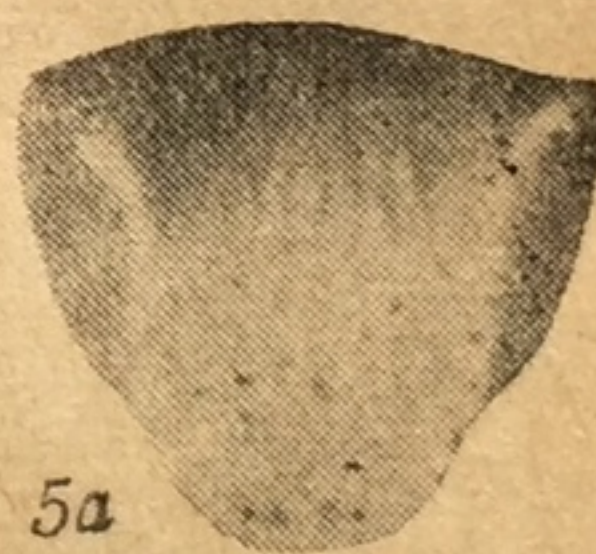
2в



3a



4a



5a



3б



4б



5б

Таблица IX.

1a, б — *Pentamerus baschkiricus* Vern.; 2a, б, в — *Spirifer disjunctus* Sow.; 3a, б — *Spirifer martjanovi* Stuck. ($\times \frac{2}{3}$); 4a, б — *Spirifer verneuili* Murch. ($\times \frac{2}{3}$); — 5a, б — *Rhynchonella cuboides* Sow.

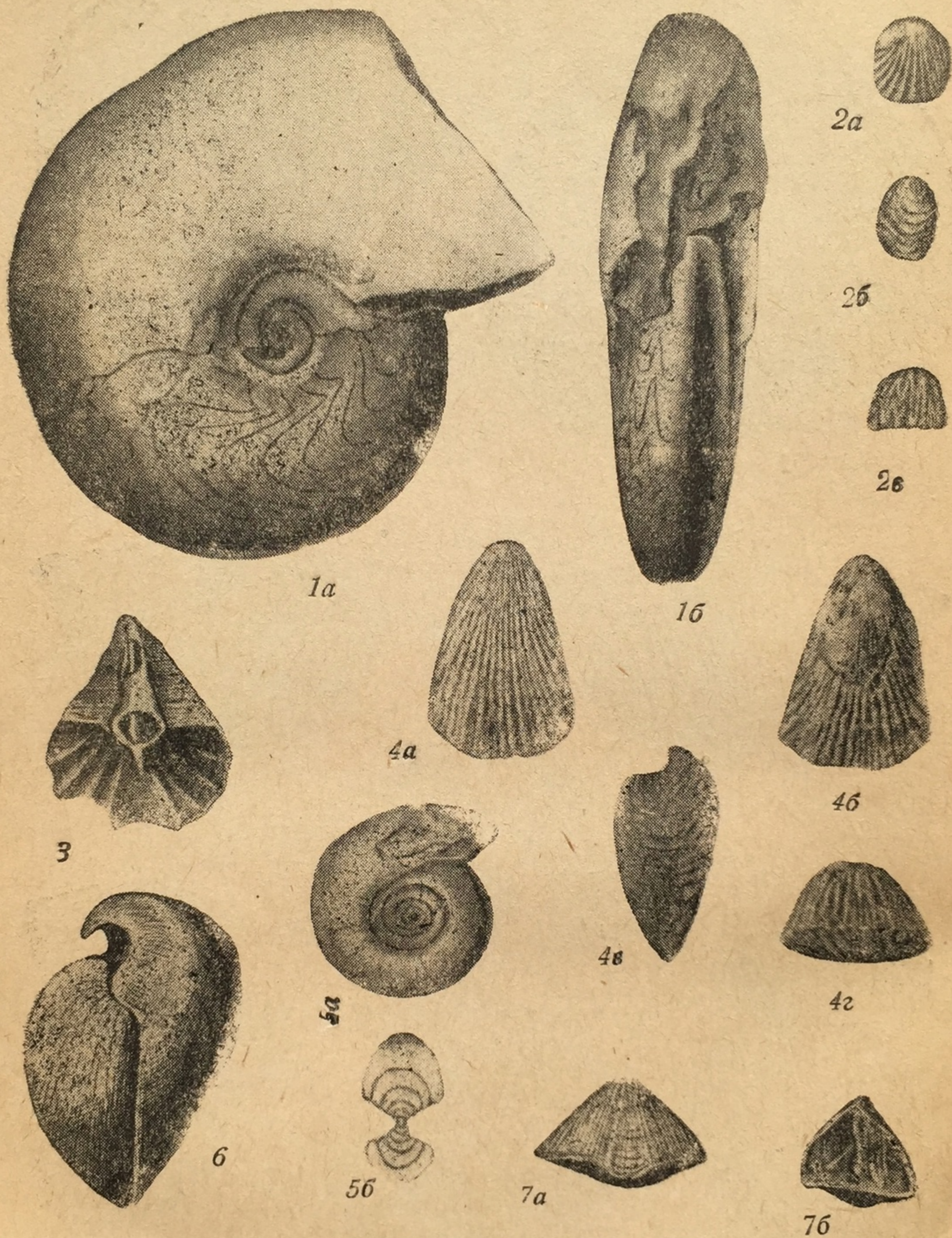


Таблица X.

1a, б — *Manticoceras intumescens* Beyrich ($\times \frac{2}{3}$); 2a, б, в — *Rhynchonella nympha* Barr.; 3 — *Cyrtina heteroclita* DeFr. ($\times \frac{3}{2}$); 4a, б, в, г — *Karpinskya conjugula* Tschern.; 5a, б — *Anarcestes plebejus* Barr.; 6 — *Stringocephalus burtini* DeFr. ($\times \frac{2}{3}$); 7a, б — *Spirifer tenticulum* Vern.

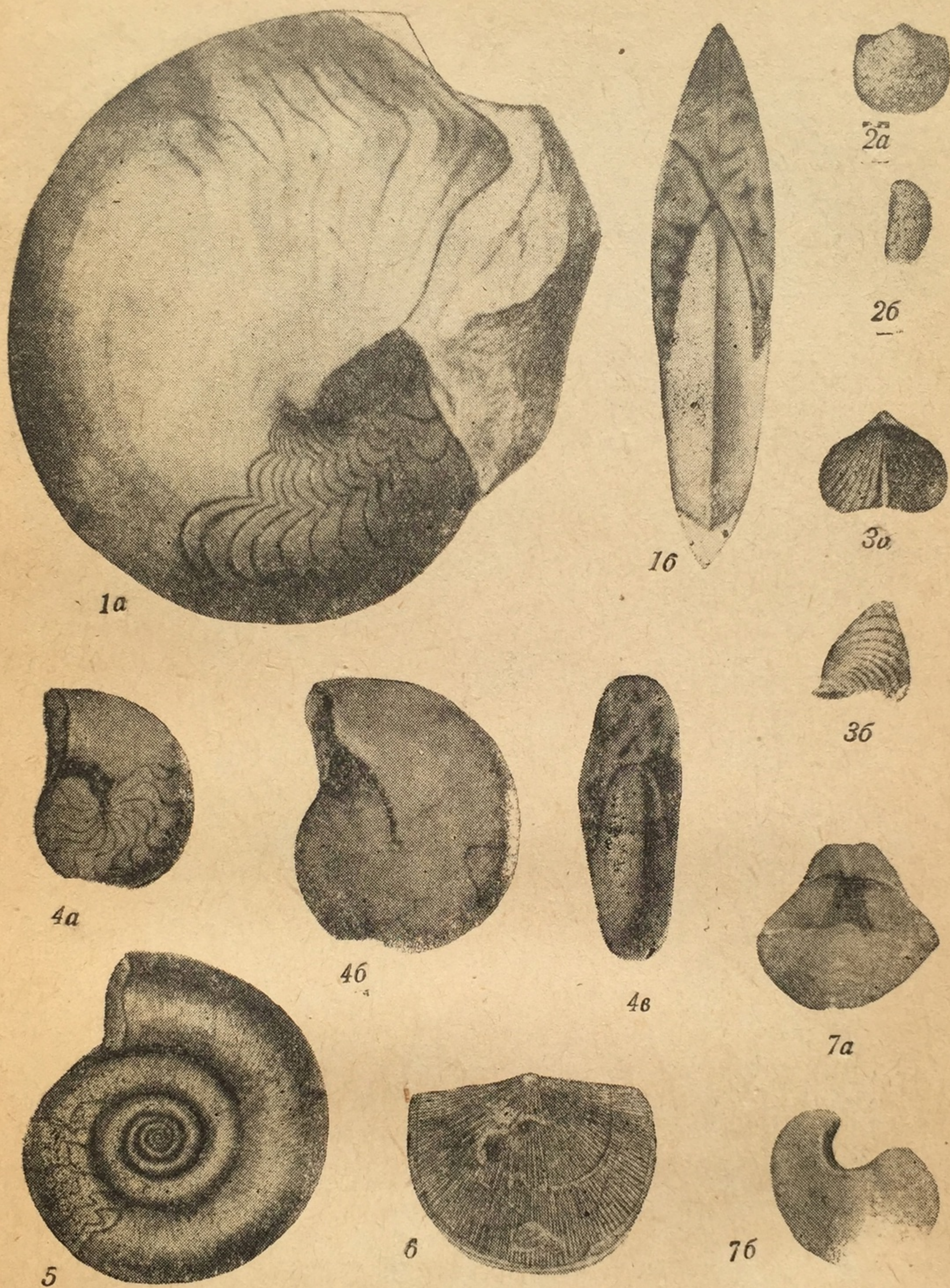


Таблица XI.

1a, б—*Timanites acutus* Keys.; 2a, б—*Productella subaculeata* Murch. ($\times \frac{1}{2}$); 3a, б—*Rhynchonella livonica* Buch.; 4a, б, в—*Tornoceras simplex* Buch.; 5—*Clymenia undulata* Münster.; 6—*Orthotetes umbraculum* Schloth. ($\times \frac{2}{3}$); 7a, б—*Spirifer archiaci* Murch.



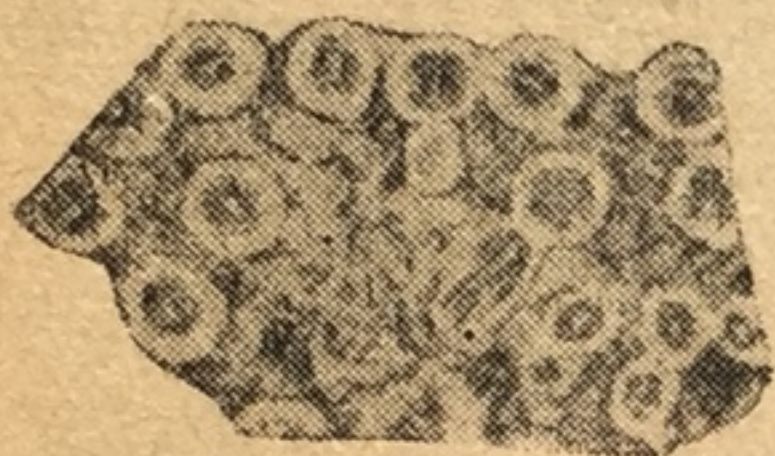
1a



1b



1c



1z



2



3a



3b



4

Таблица XII.

1a, б, в, z — *Lithostrotion rossicum* Stuck. (1a X 2); 2 — *Chaetetes radians* Fisch.;
3a, б — *Syringopora reticulata* Goldf. (3a увеличено); 4 — *Lonsdaleia floriformis* Martin.



1a



2



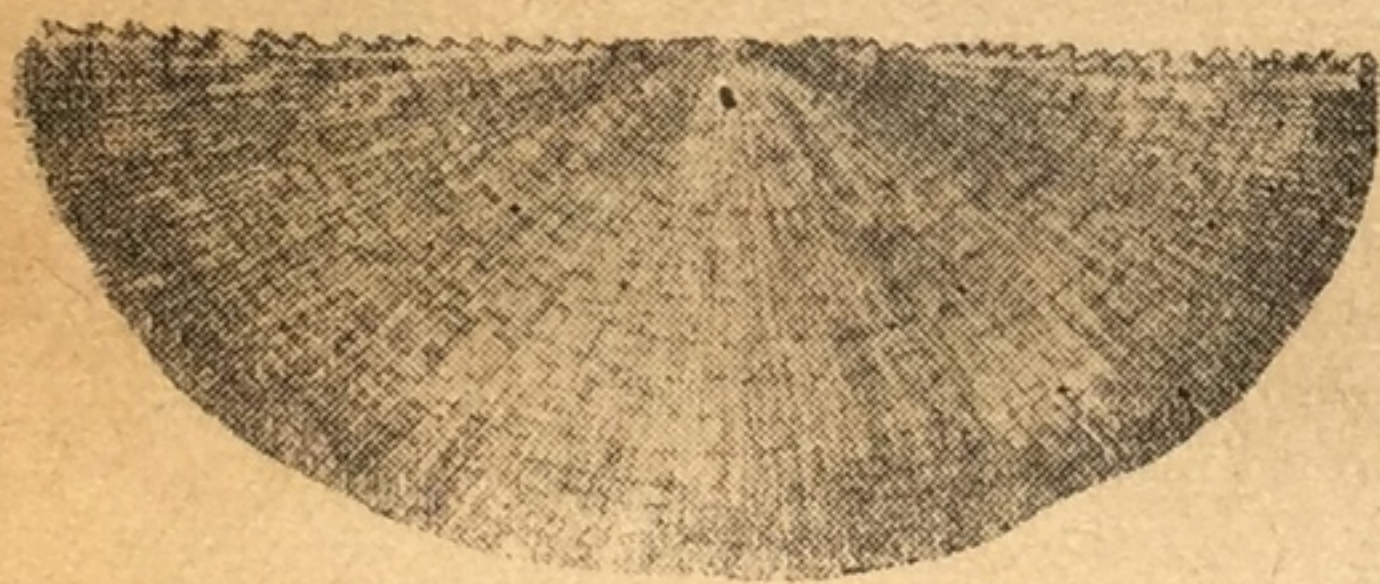
1b



1b



4a



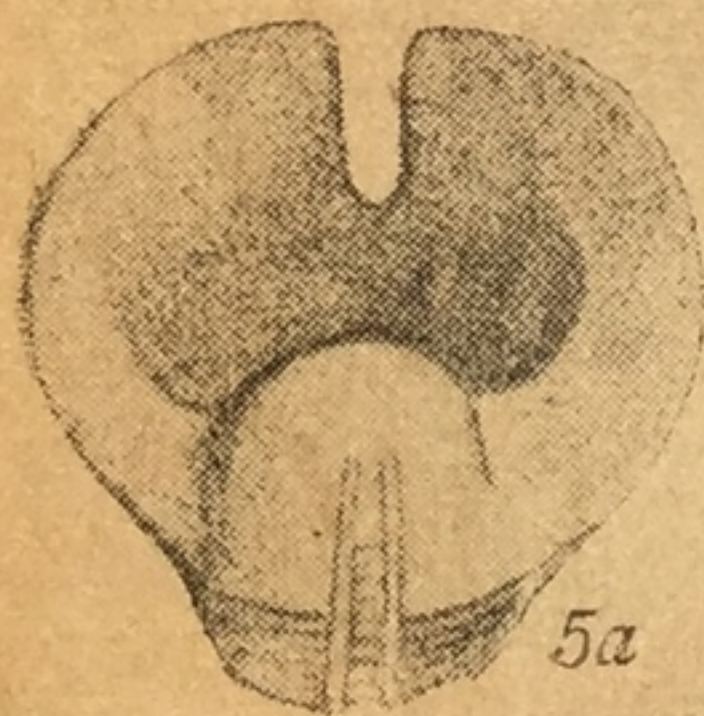
3a



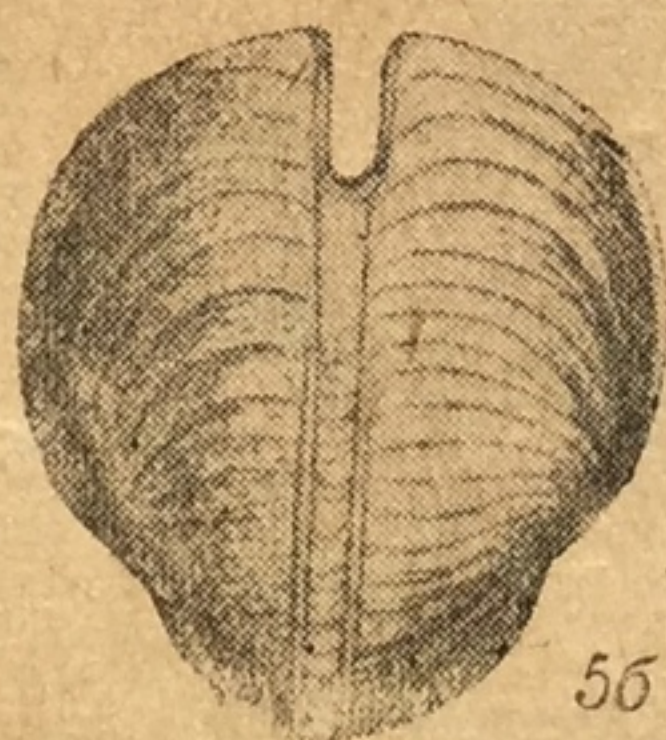
3b



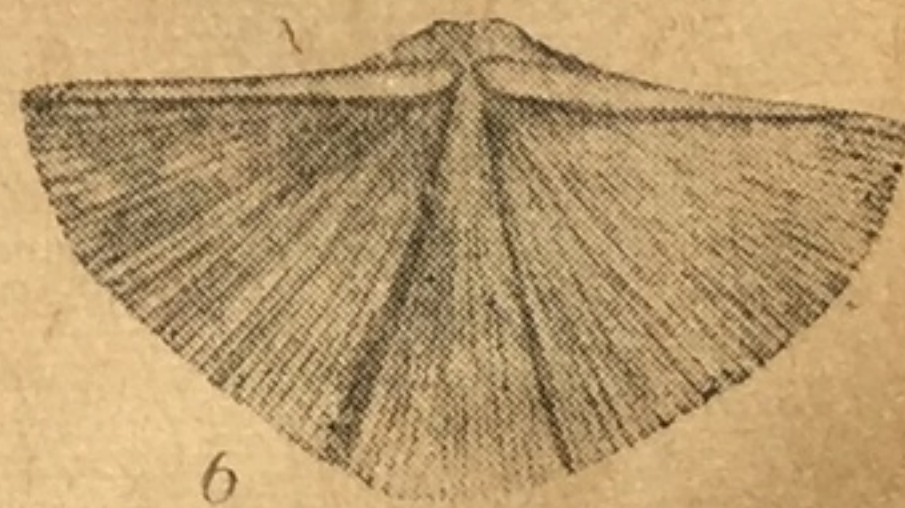
4b



5a



5b



6

Таблица XIII.

1a, б, в — *Caninia volgensis* Stuckenberg; 2 — *Poteriocrinus multiplex* Trautsch.;
3a, б — *Chonetes papillionacea* Phill. ($\times \frac{2}{3}$); 4a, б — *Spirifer tornacensis* Koninck
($\times \frac{2}{3}$); 5a, б — *Bellerophon bicareus* Lev.; 6 — *Spirifer striatus* Martin ($\times \frac{2}{3}$).

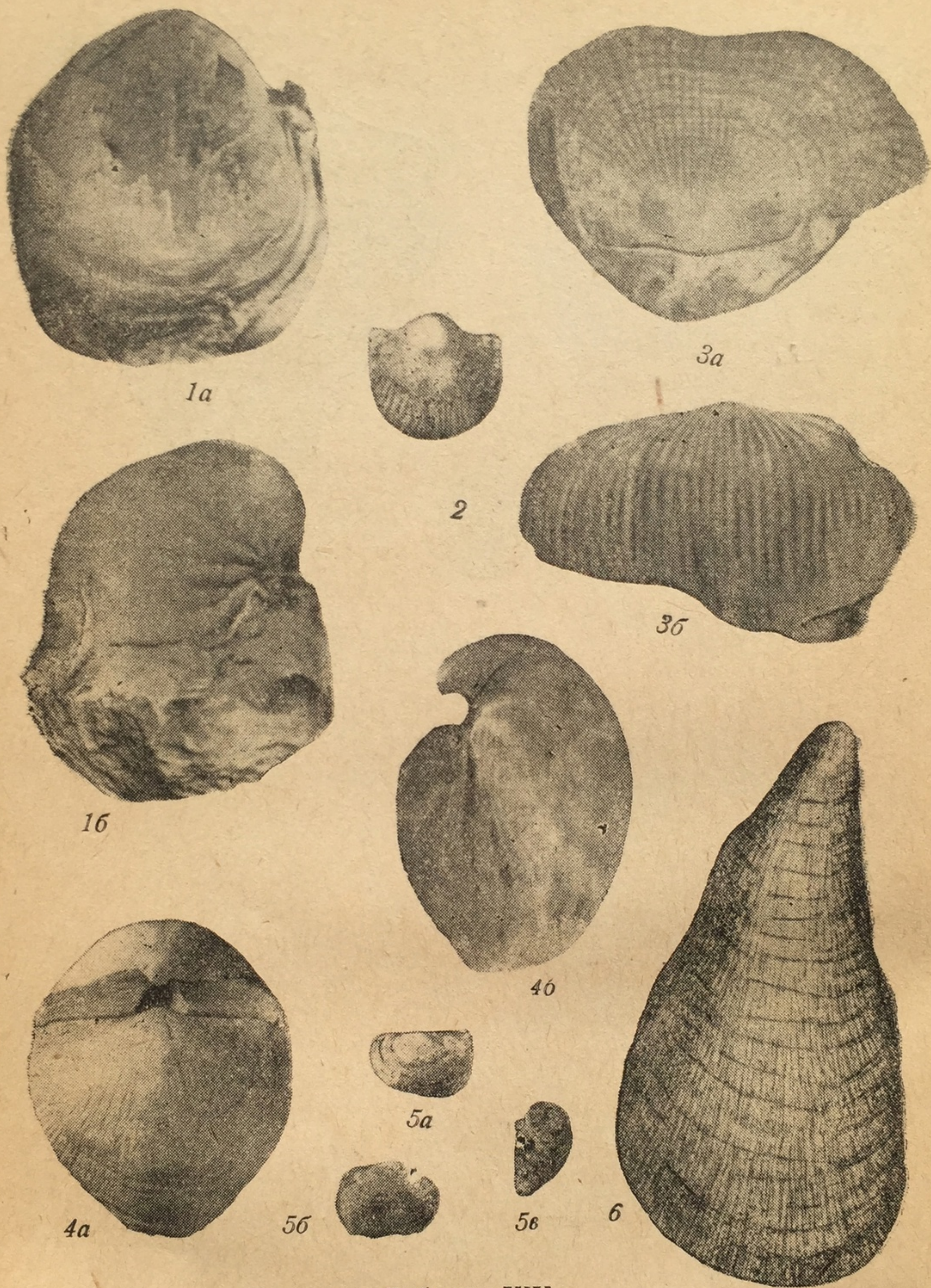


Таблица XIV.

1a, б — *Productus cora* d'Orb.; 2 — *Productus fallax* Pand.; 3a, б — *Productus semi-reticulatus* Martin.; 4a, б — *Spirifer mosquensis* Fisch.; 5a, б, в — *Productus kassini* Nal.; 6 — *Productus striatus* Fisch.

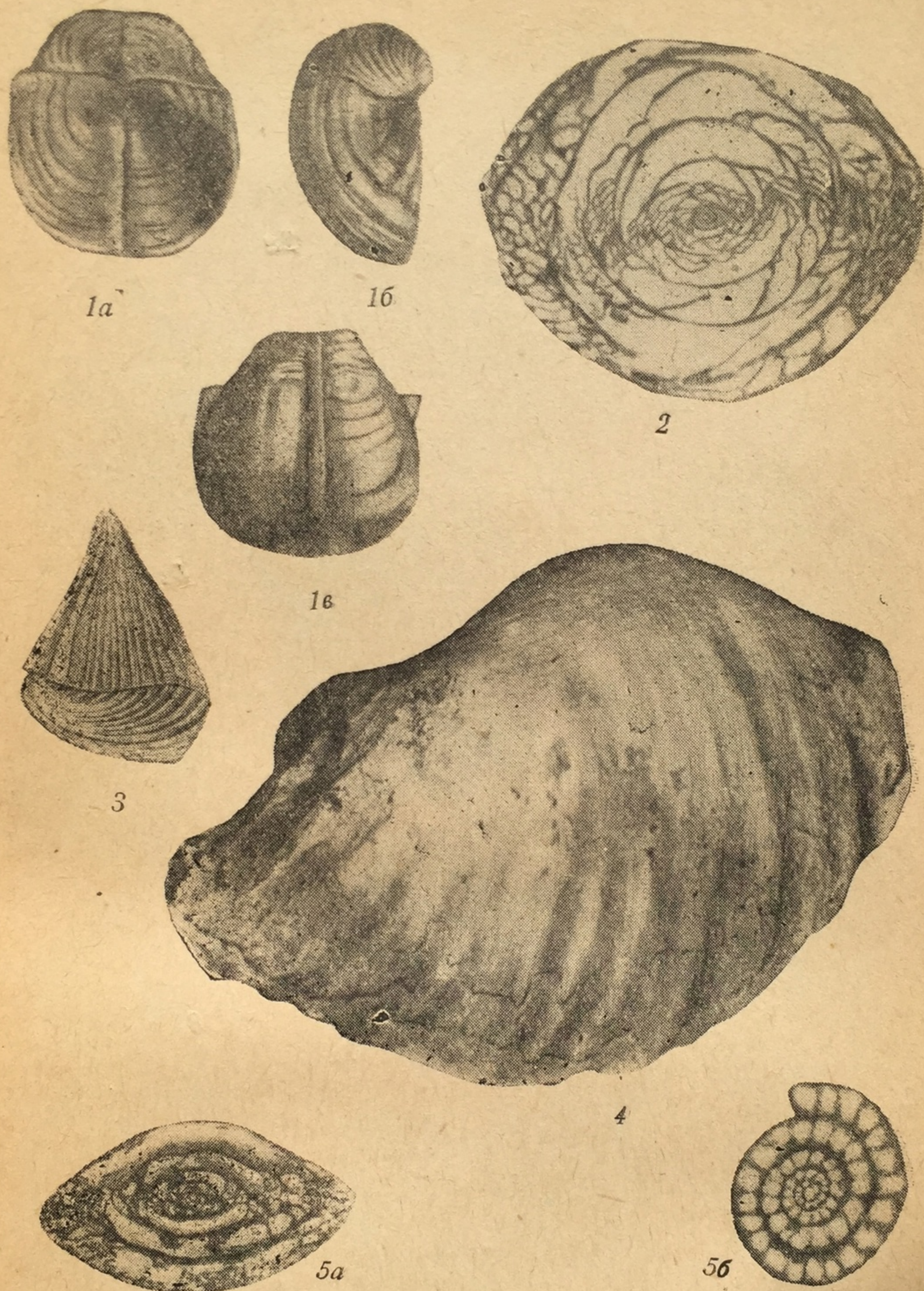


Таблица XV.

1a, б, в — *Productus mesolobus* Phill.; 2 — *Schwagerina moelleri* Raus. (сильно увеличено); 3 — *Syringothyris cuspidata* Martin. ($\times \frac{3}{2}$); 4 — *Productus giganteus* Martin.; 5a, б — *Fusulinella bocki* Moeller (сильно увеличено).

s semi-
kassini



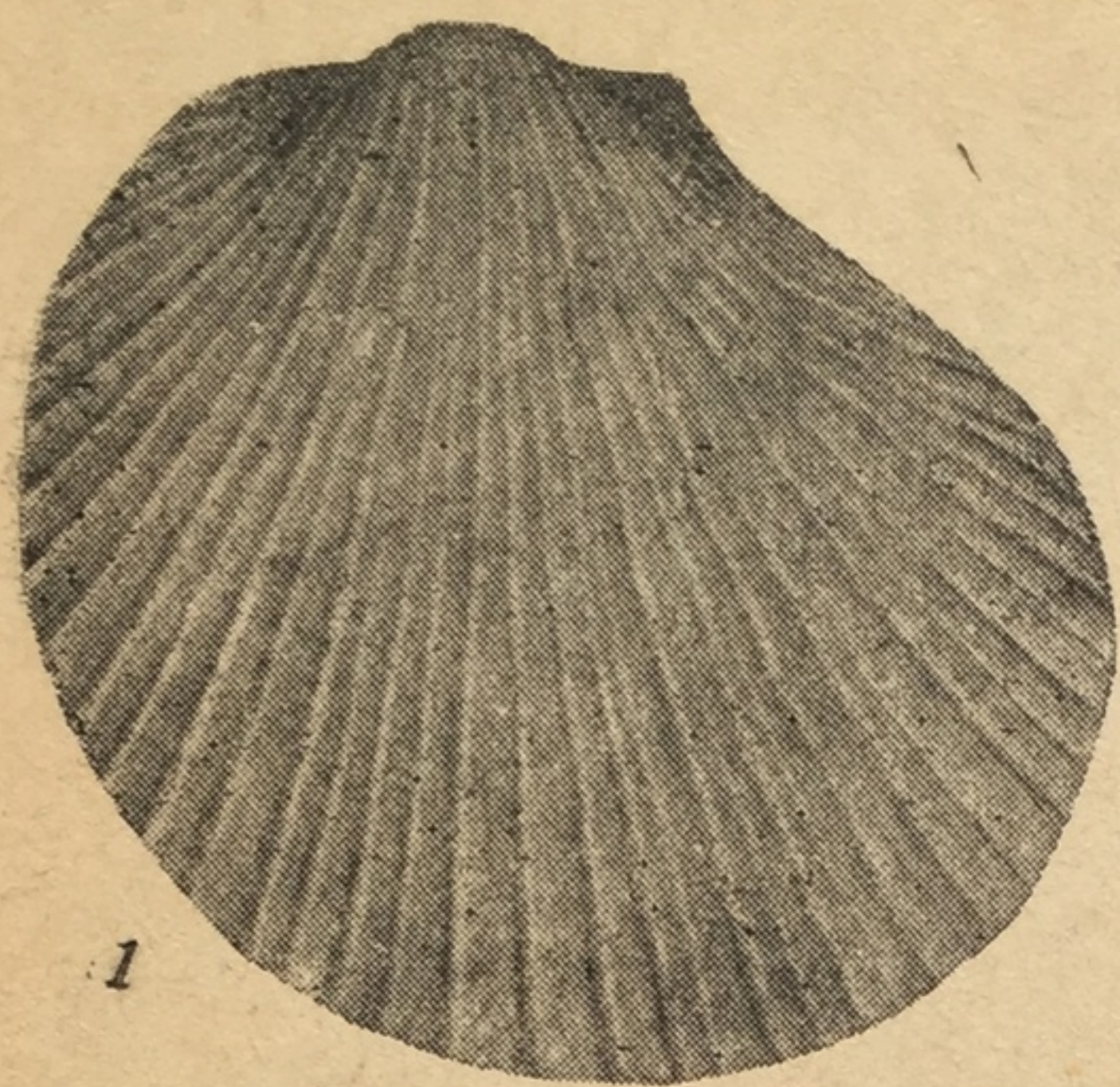
Таблица XVI.

1 — *Fenestella retiformis* Schloth.; 2a, б — *Parapronorites permicus* Tschernow.; 3a, б — *Productus horridus* Sow.; 4 — *Lyttonia richthofeni* Keyserl.; 5a, б — *Strophalosia wangenheimi* Vern.; 6a, б — *Strophalosia horrescens* Vern.; 7a, б — *Paragastrioceras jossae* Vern.; 8 — *Productus cancrini* Vern.; 9 — *Pseudomonotis speluncaria* Schloth.



Таблица XVII.

1a, б, в — *Spirifer marcoui* Waag.; 2a, б — *Spiriferella saranae* Vern.; 3a, б — *Medlicottia orbygniana* Vern.; 4a, б — *Schizodus rossicus* Vern.; 5a, б, в — *Artinskya artiensis* (Gruen); 6a, б — *Spirifer rugulatus* Kutorga; 7a, б, в — *Productus cancriniformis* Tschern.



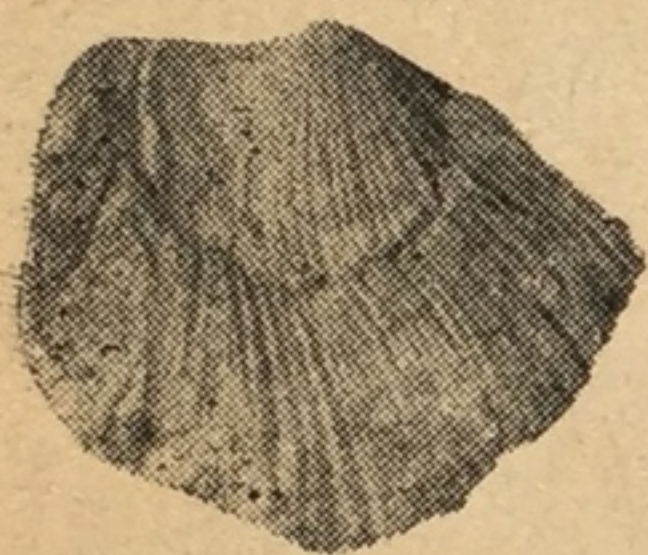
1



2



3



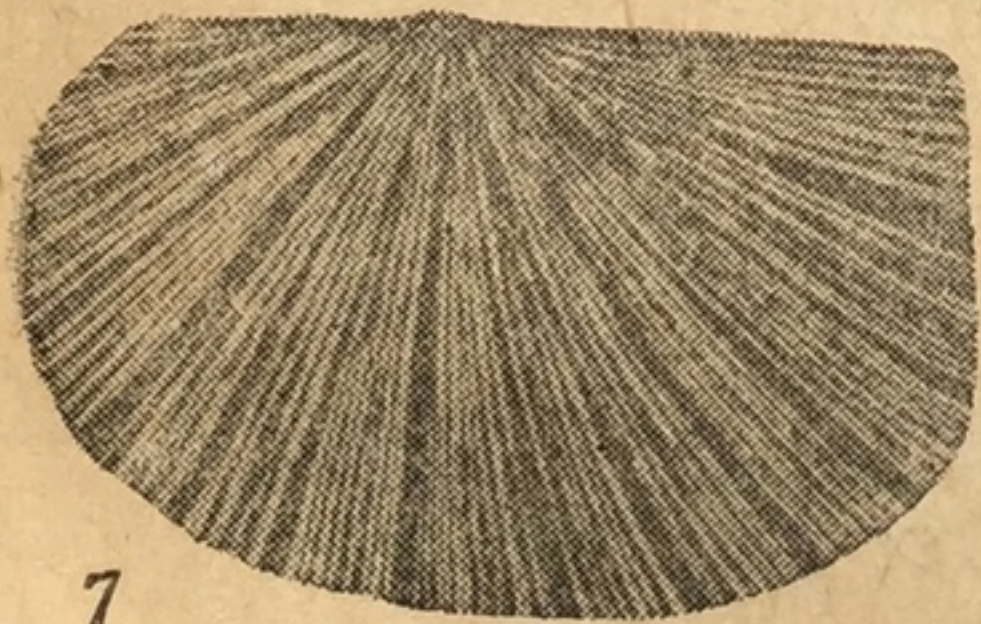
4



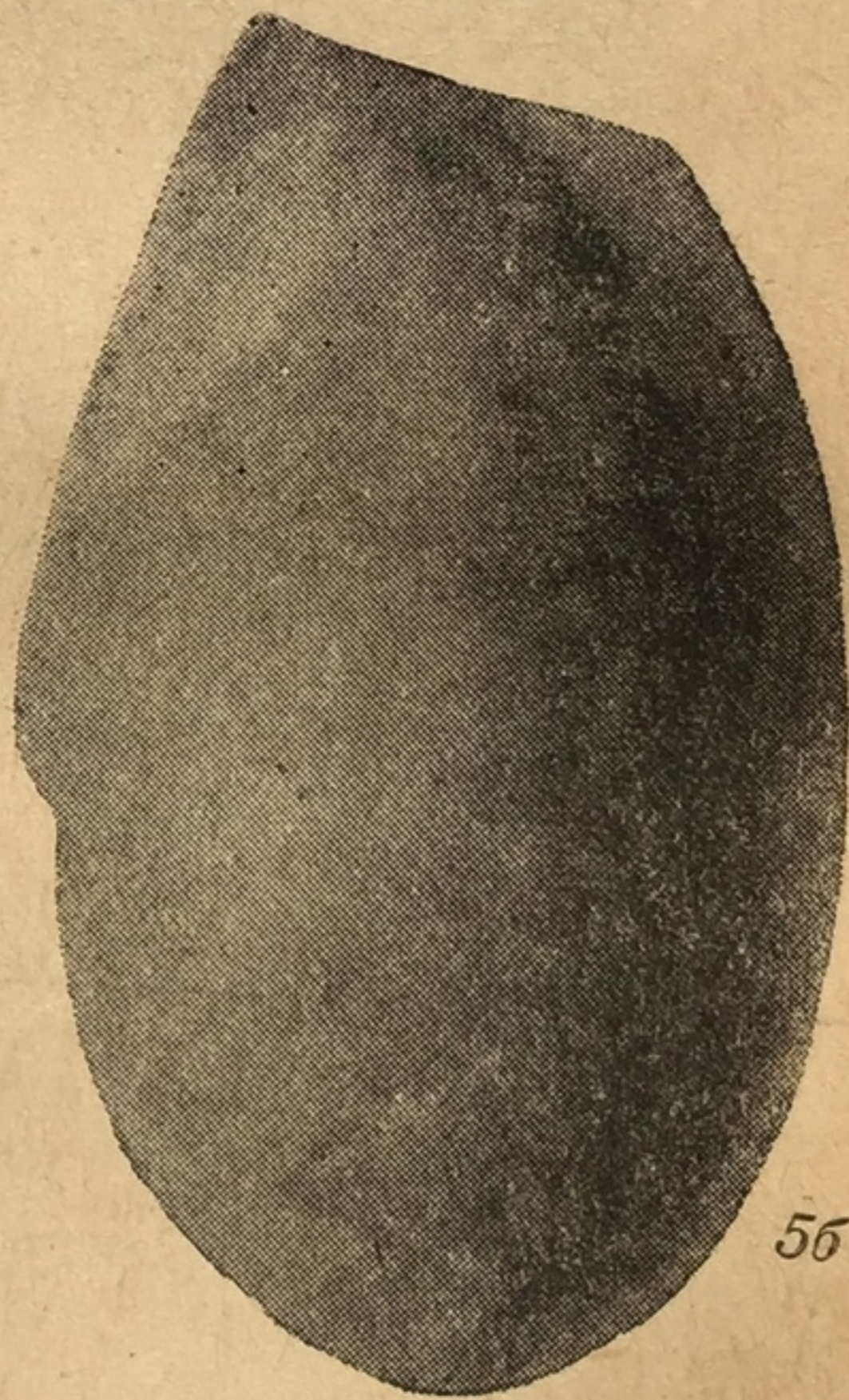
5a



6



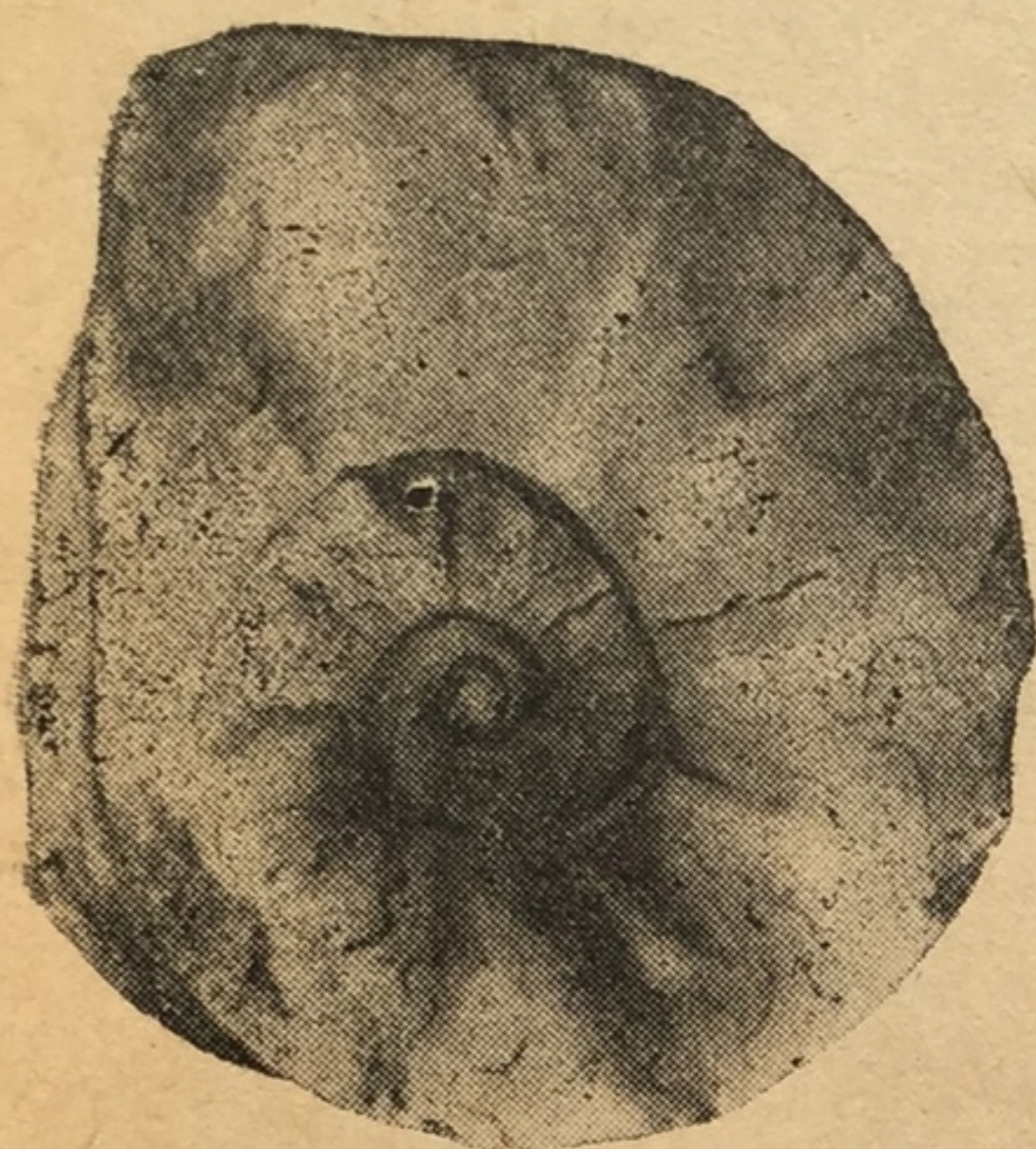
7



5b

Таблица XVIII.

1 — *Pseudomonotis ochotica* Keys.; 2 — *Pseudomonotis caucasica* Wittenburg; 3 — *Gervillia socialis* Schloth.; 4 — *Halobia austriaca* His.; 5a, б — *Mytilus dalailamae* Vern.; 6 — *Avicula contorta* Portl.; 7 — *Daonella lommeli* Wissm.



1



2



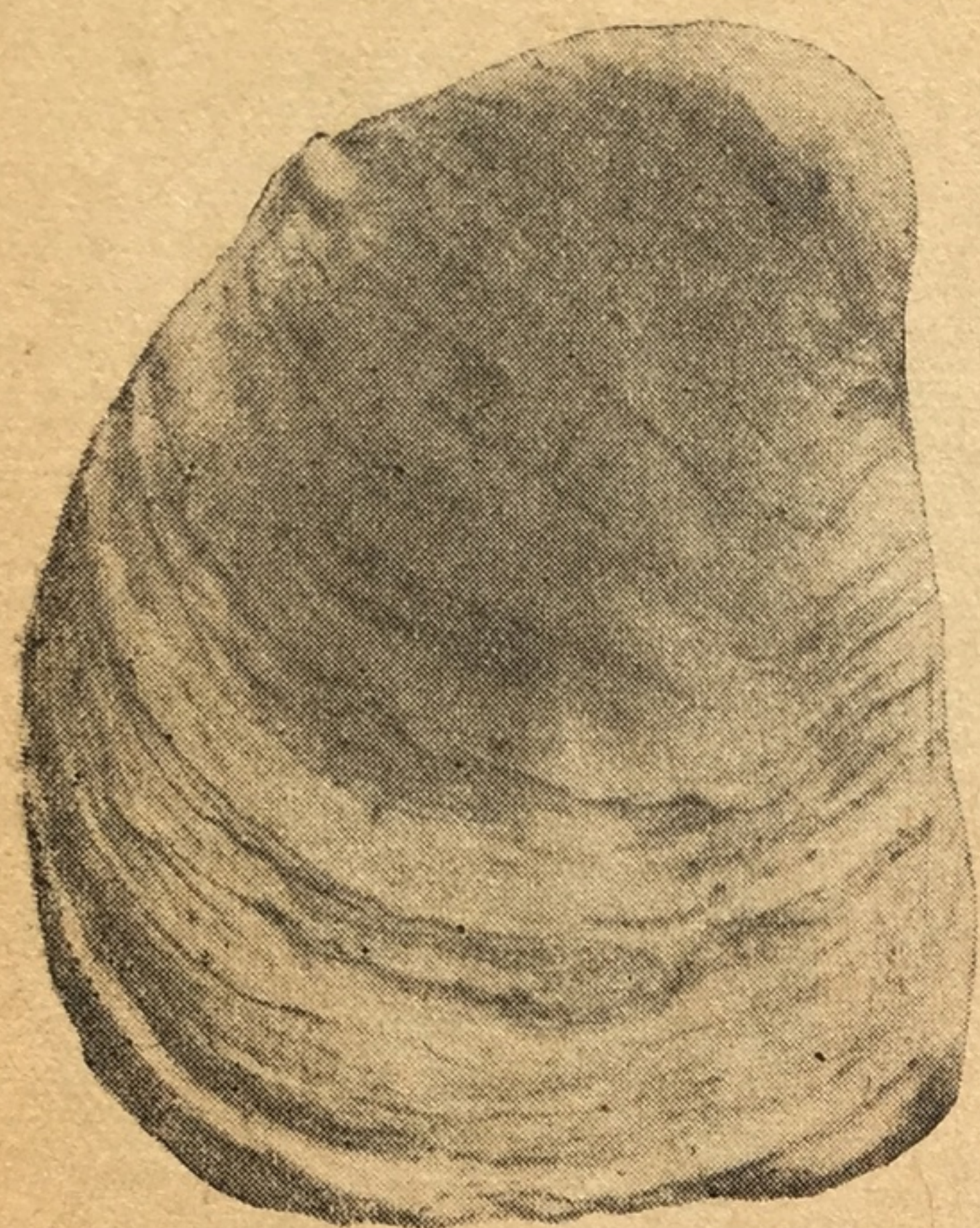
3a



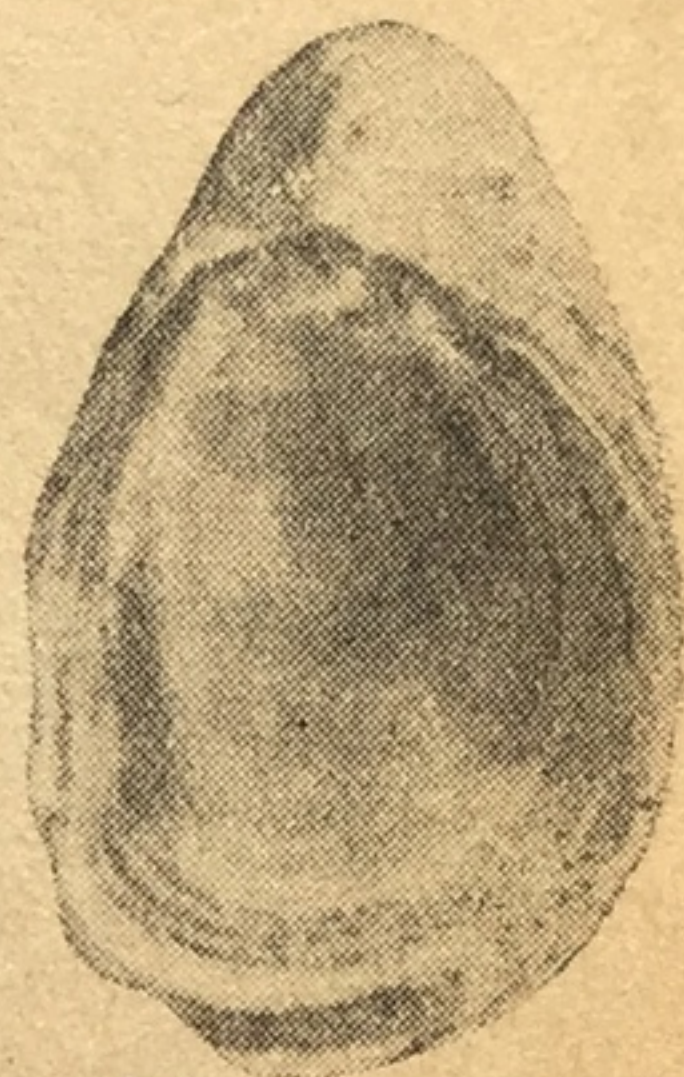
3b

Таблица XIX.

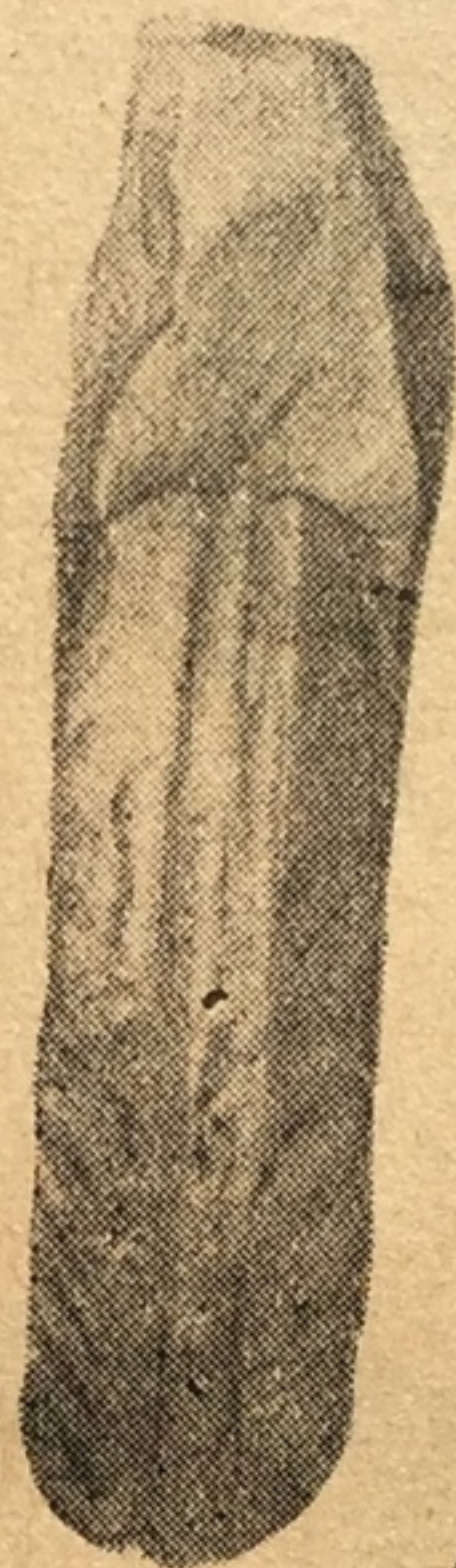
1 — *Ceratites nodosus* Brug.; 2 — *Doricranites bogdoanus* Buch.; 3a, б — *Pinacoceras* Mojs.



1a



2a



3a



2b



3b



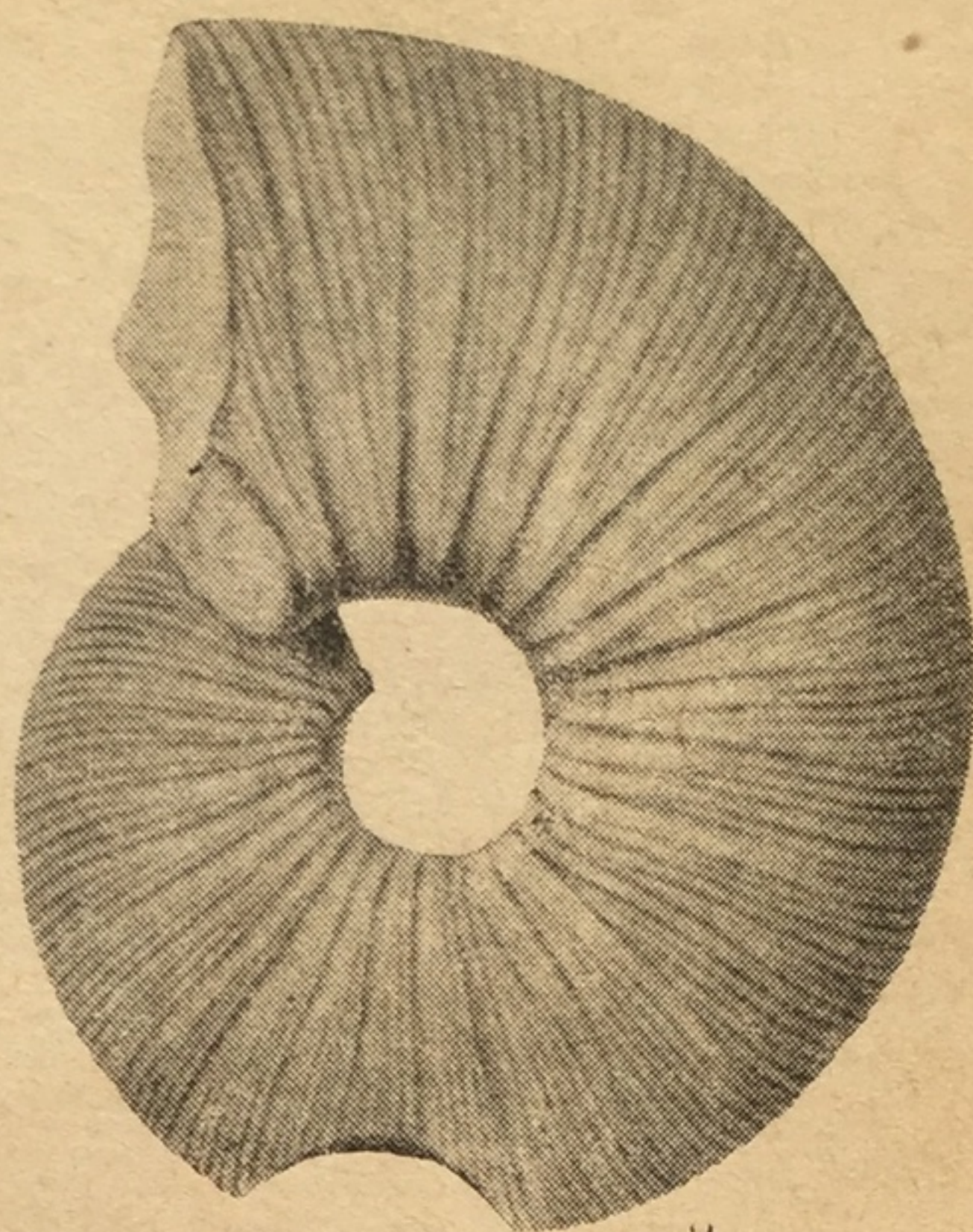
1b

Таблица XX

1a, б — *Gryphaea dilatata* Sow.; 2a, б — *Gryphaea arcuata* Lam.; 3a, б — *Hilodoceras bifrons* Brug.



1a



2



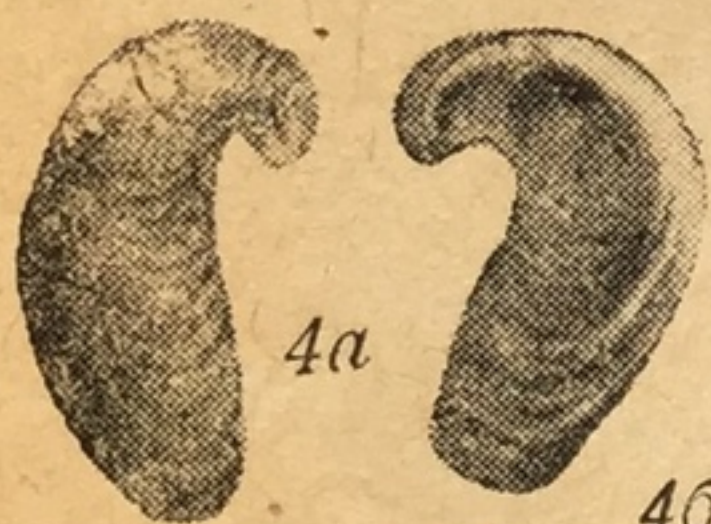
1b



3a



3b



4a

4b

Таблица XXI.

1a, б — *Parkinsonia parkinsoni* Sow.; 2 — *Virgatites virgatus* Buch.; 3a, б — *Arietes bucklandi* Sow.; 4a б — *Exogyra virgula* d'Orb.

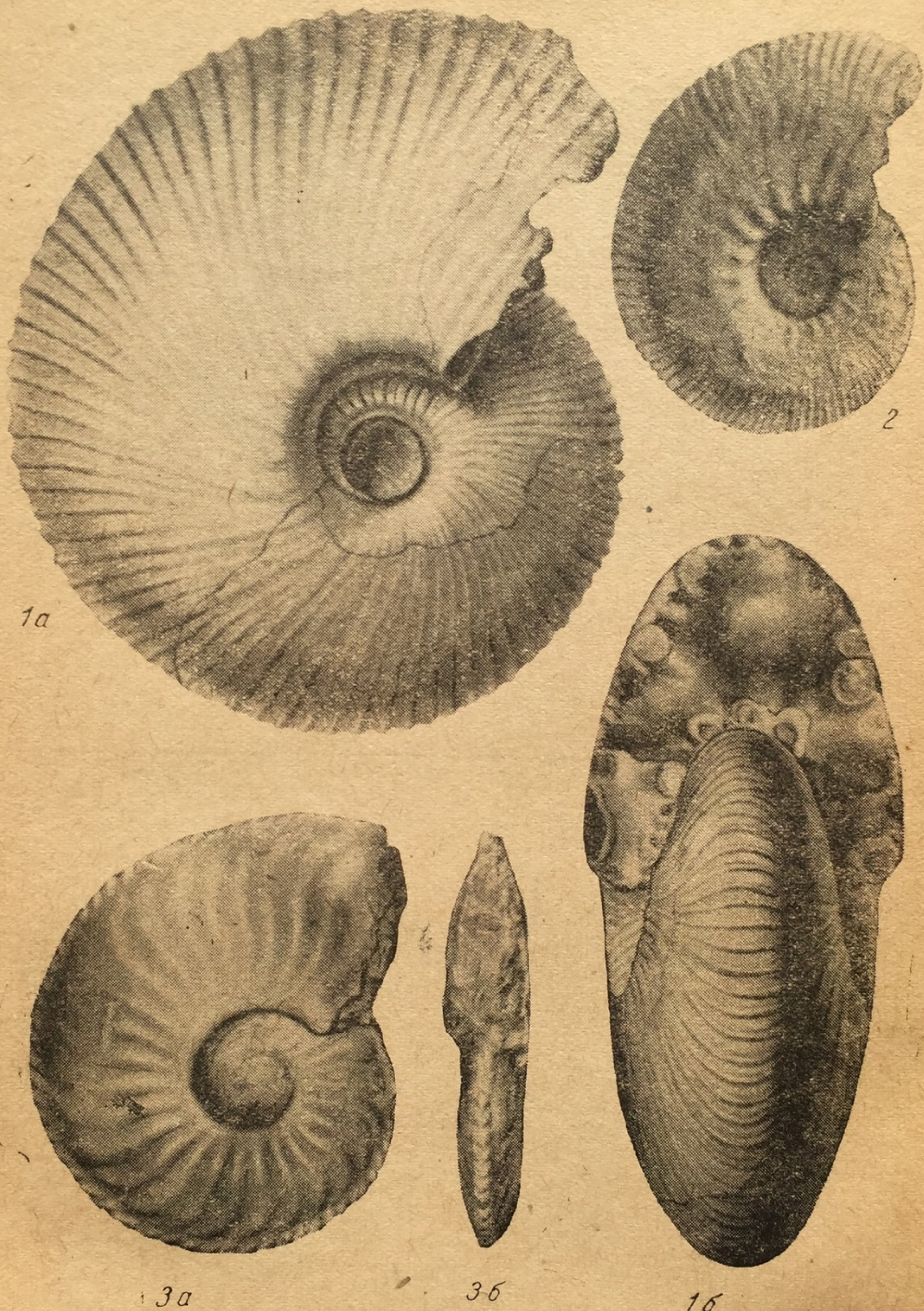
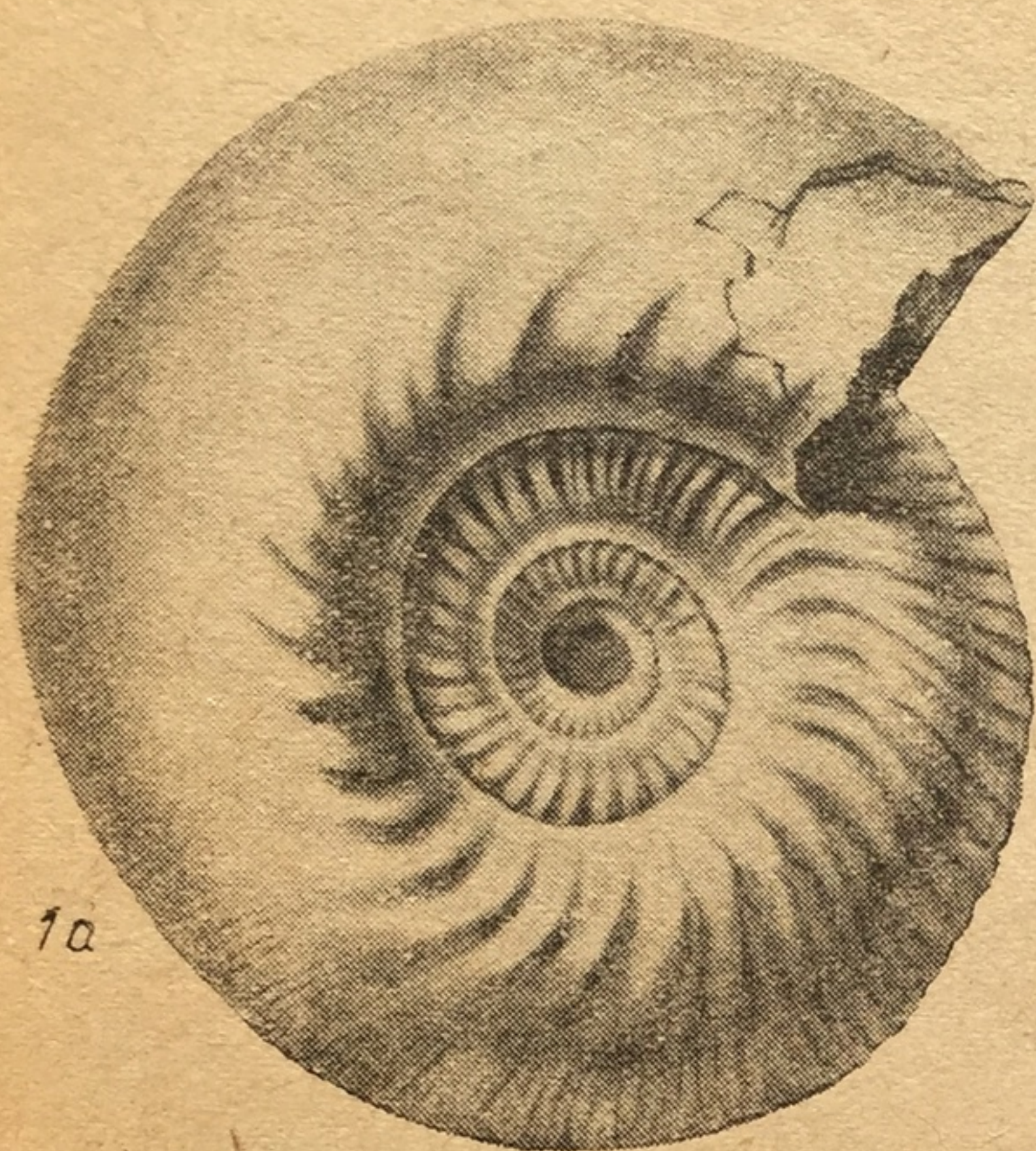
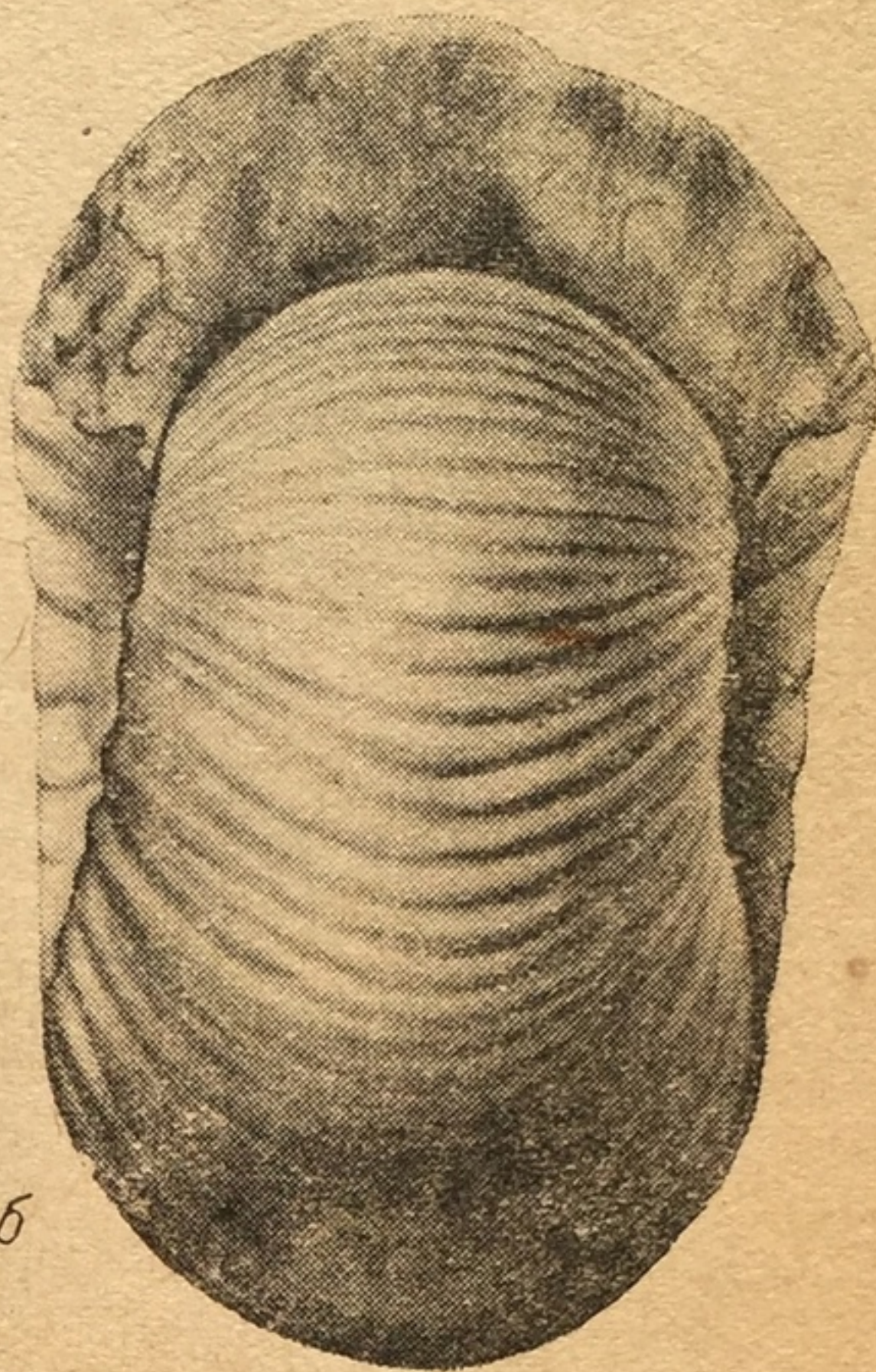


Таблица XXII.
 1а, б — *Macrocephalites macrocephalus* Schloth.; 2 — *Cosmoceras jason* Reinecke;
 3а, б — *Amaltheus margaritatus* Montf.



1a



1b



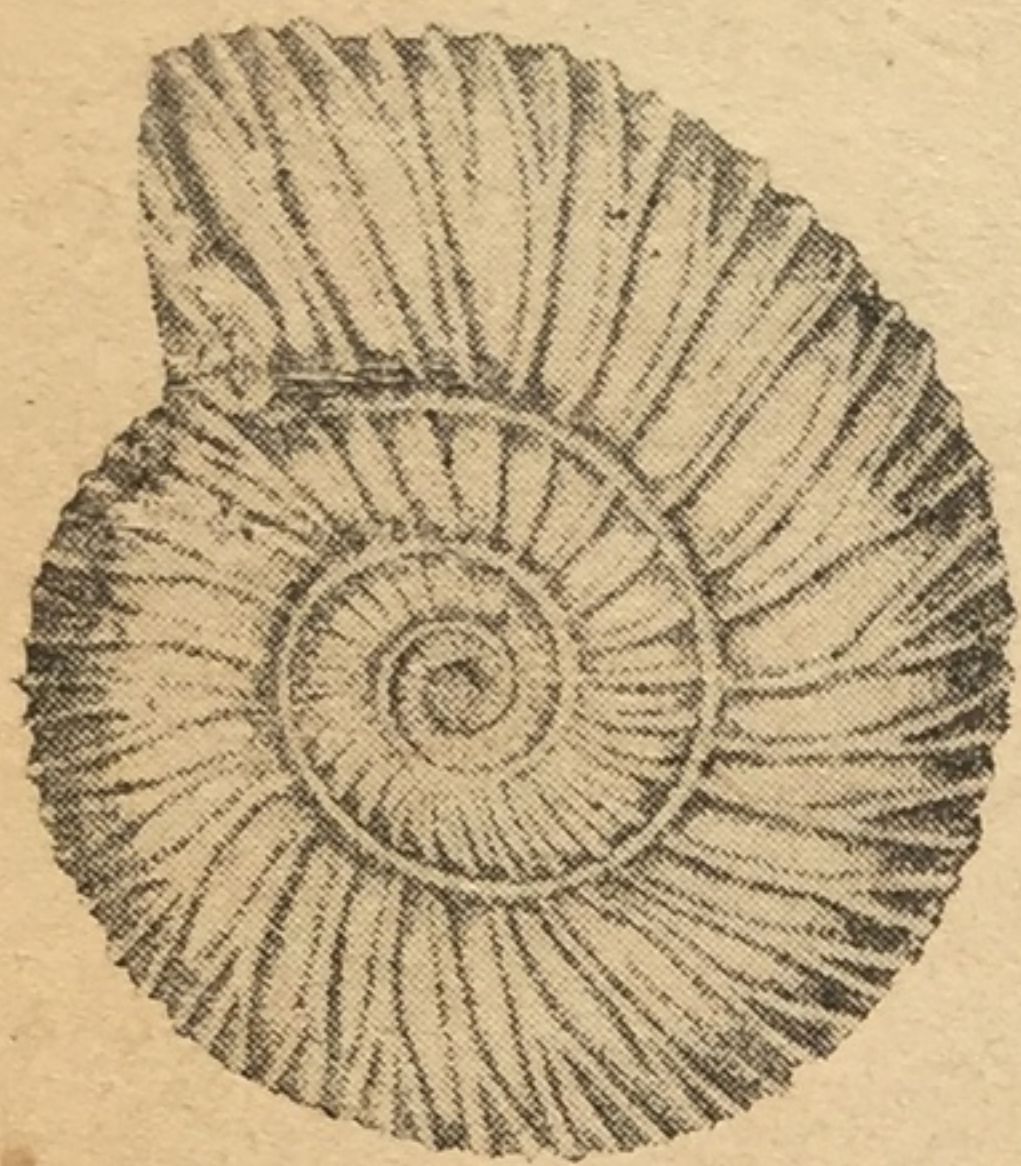
2a



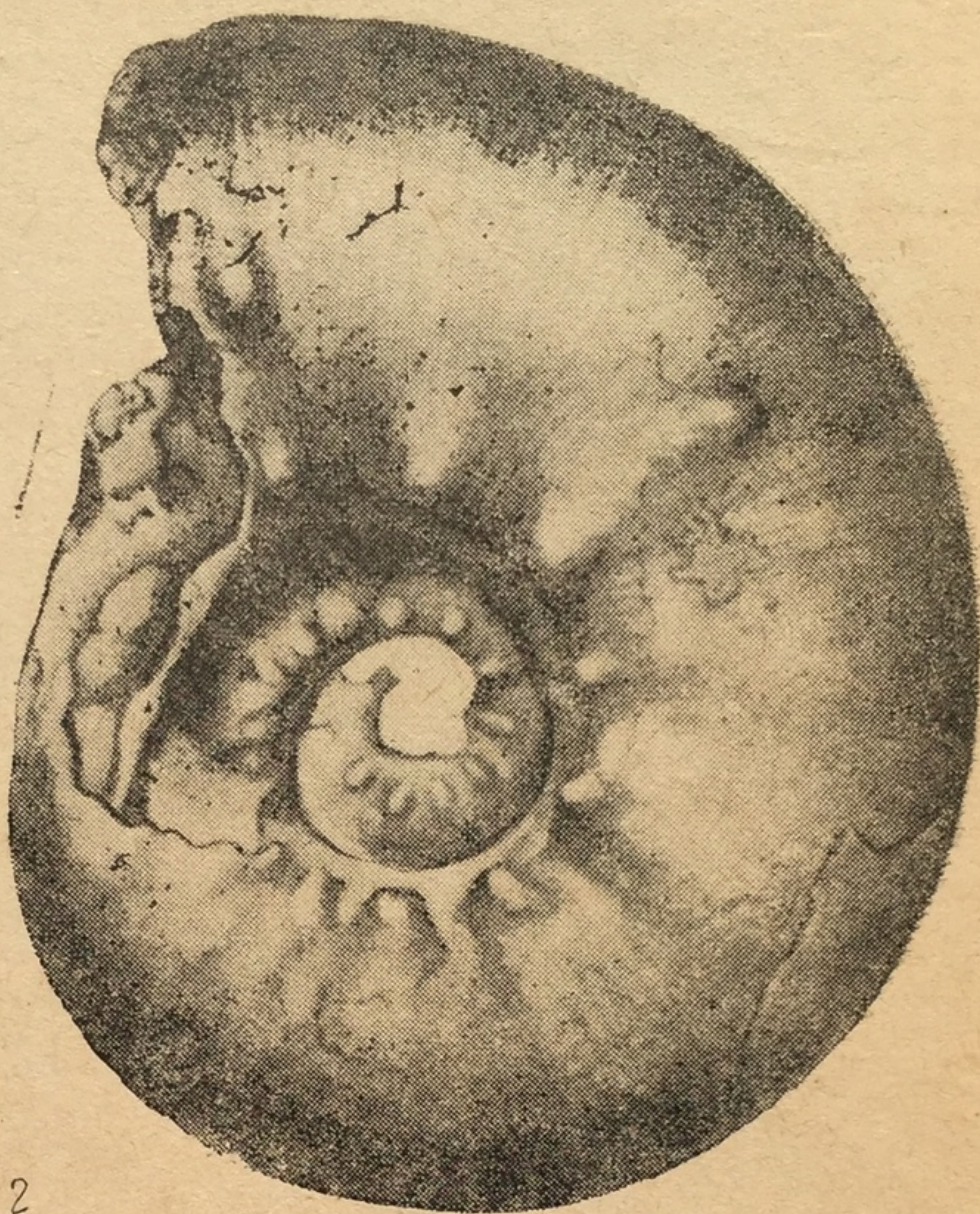
2b

Таблица XXIII.

1a, б — *Cadoceras elatmae* Nikit.; 2a, б — *Stephanoceras humphriesianum* Sow.



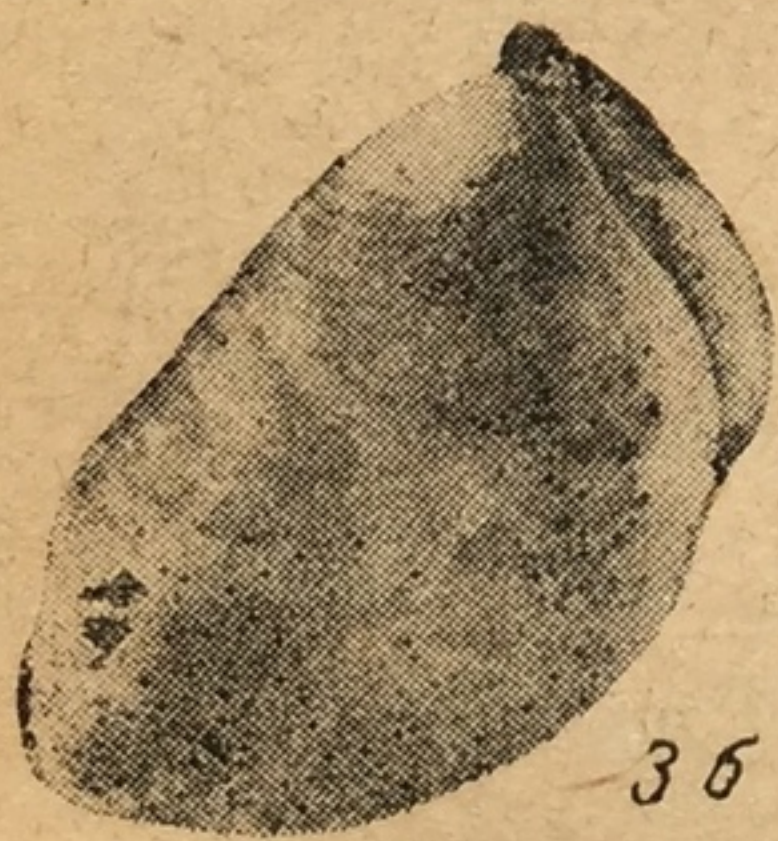
1



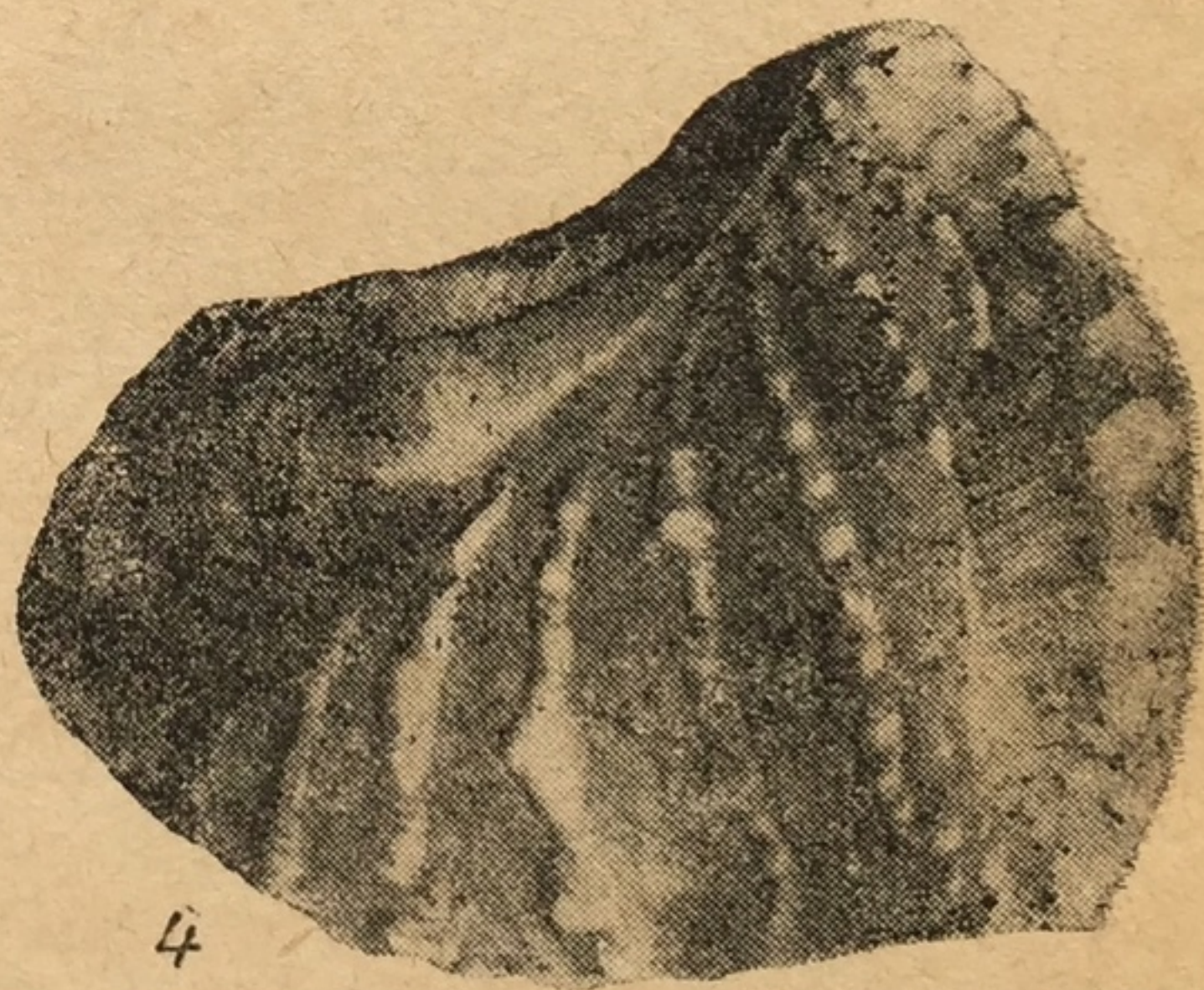
2



3a



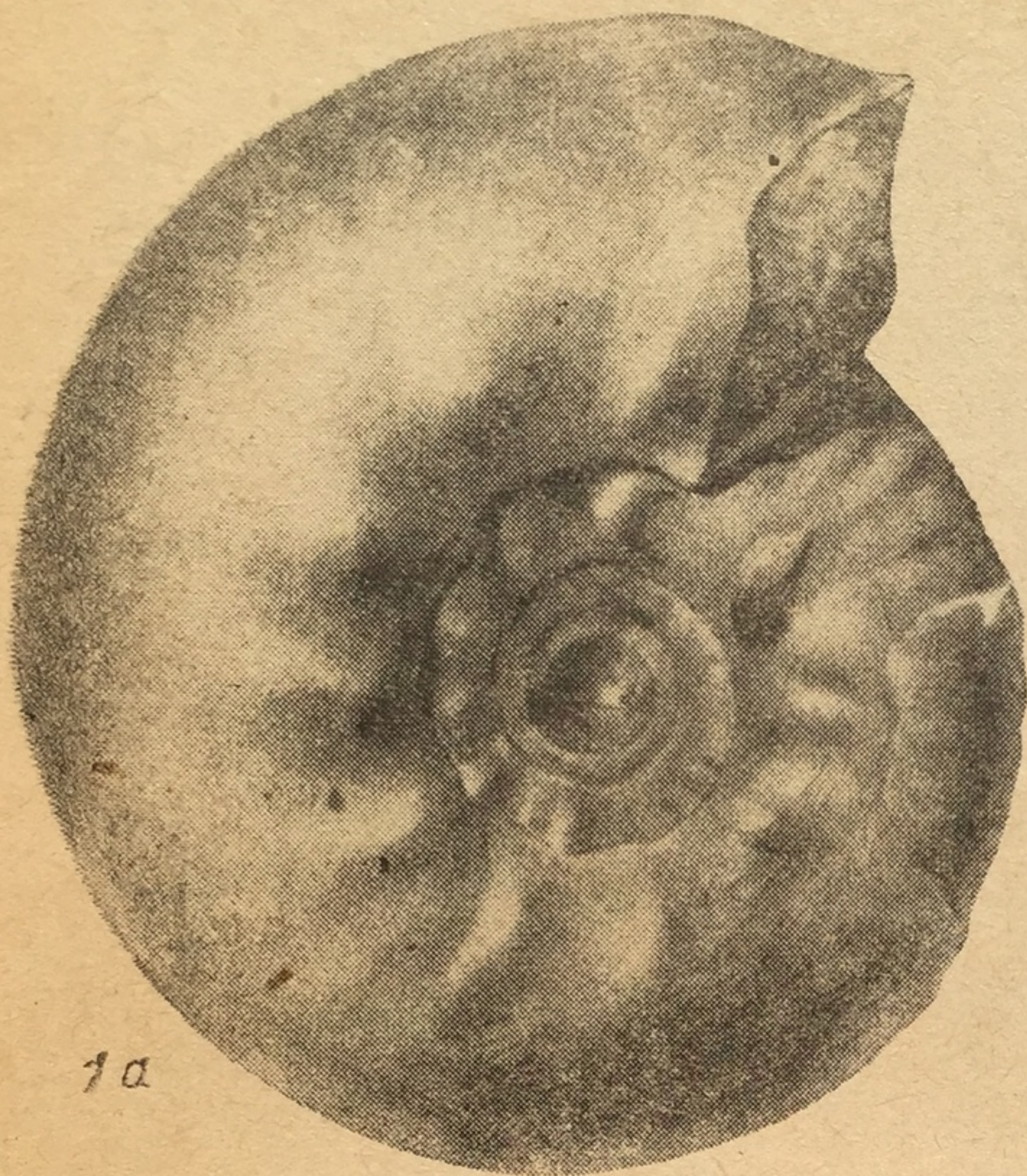
3b



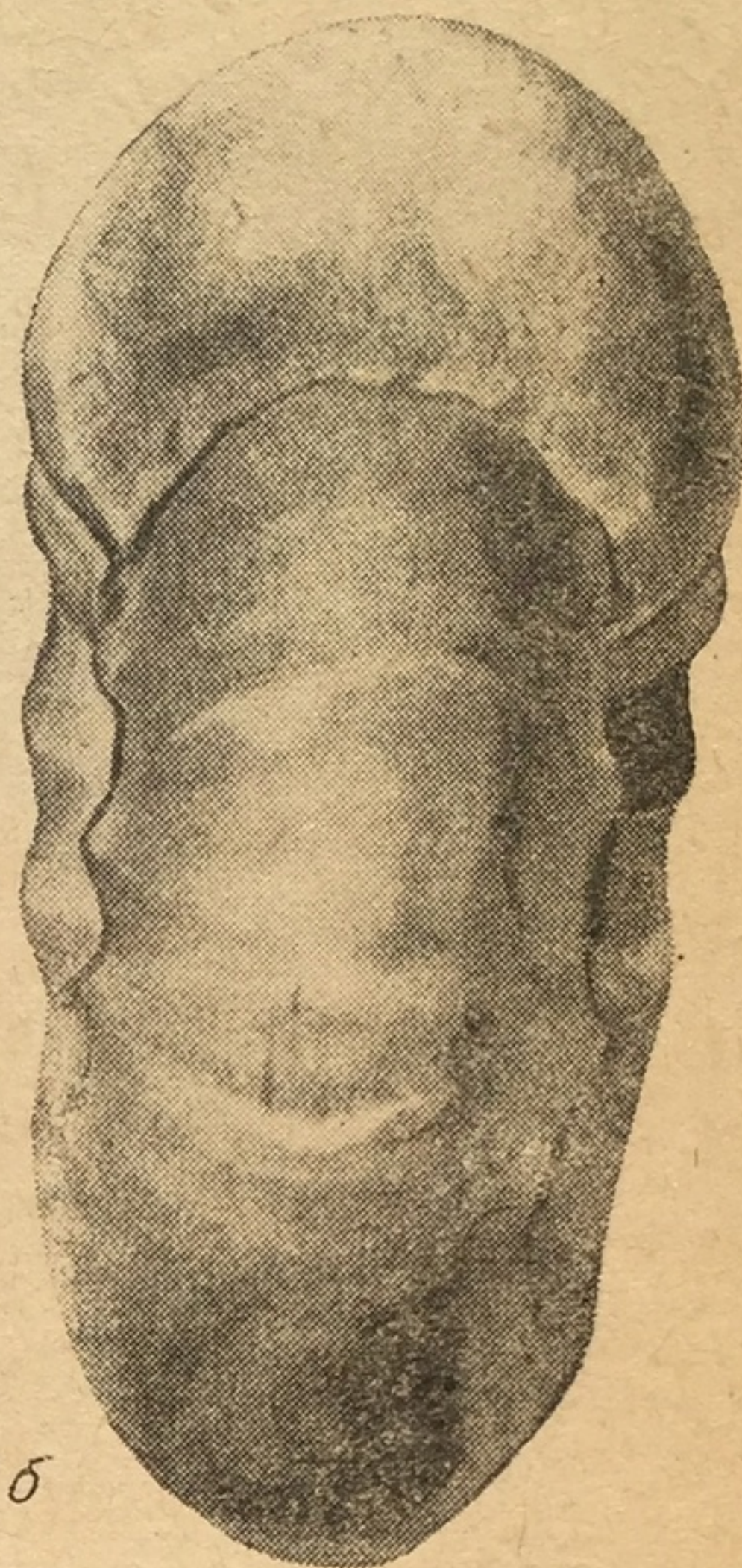
4

Таблица XXIV.

1 — *Perisphinctes nikitini* Mich. ($\times \frac{2}{3}$); 2 — *Aspidoceras acanthicum* Opp.; 3a, б — *Aucella mosquensis* Buch.; 4 — *Trigonia navis* Lam.



1a



1b



2a



2b

Таблица XXV.

1a, б — *Craspedites nodiger* Eichw.; 2a, б — *Erymnoceras coronatum* Brug.



Таблица XXVI.

1a, б — *Cylindroteuthis absoluta* Fisch.; 2a, б, в — *Cardioceras cordatum* Sow.
 3a, б — *Dactyloteuthis irregularis* Schloth.; 4 — *Pachyteuthis panderi* d'Orb.; 5a, б —
Pachyteuthis russiensis d'Orb.; 6 — *Nerinea* DeFr.

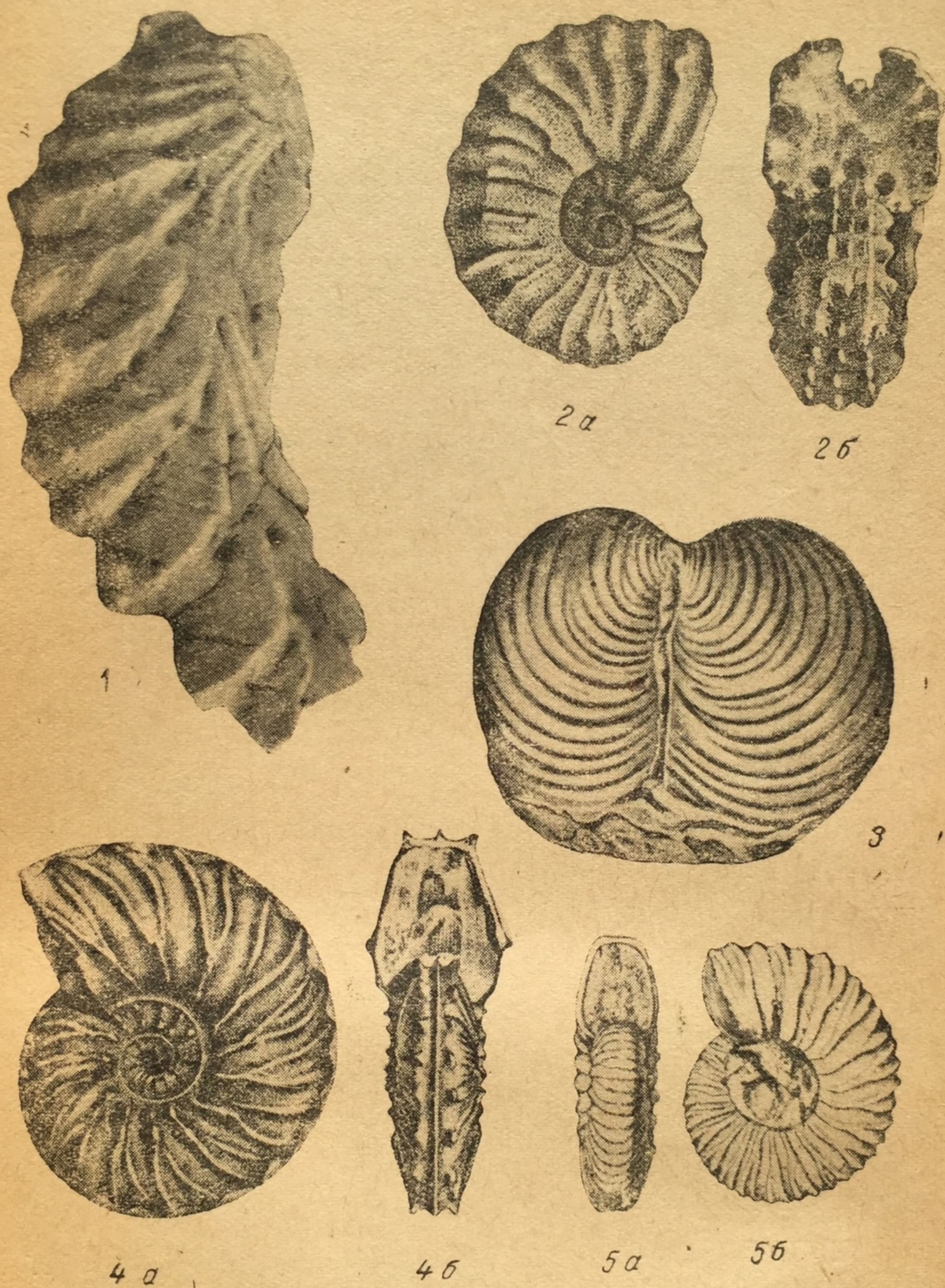


Таблица XXVI'.

1 — *Alectryonia carinata* Lam.; 2a, б — *Acanthoceras rotomagense* De'r.; 3 — *Inoceramus balticus* Böhm; 4a, б — *Schloenbachia varians* Sow.; 5a, б — *Hoplites rjasanensis* Nik.



Таблица XXVIII.

1a, б — *Duvalia lata* Blainv.; 2 — *Polyptichites keyserlingi* Neum.; 3a, б — *Simbirs-kites versicolor* Trautsch. (сильно уменьшено); 4 — *Deshayesites deshayesi* Leym.; 5 — *Hoplites dentatus* Sow.; 6a, б — *Douvilleiceras mammillare* Schloth. ($\times \frac{2}{3}$).



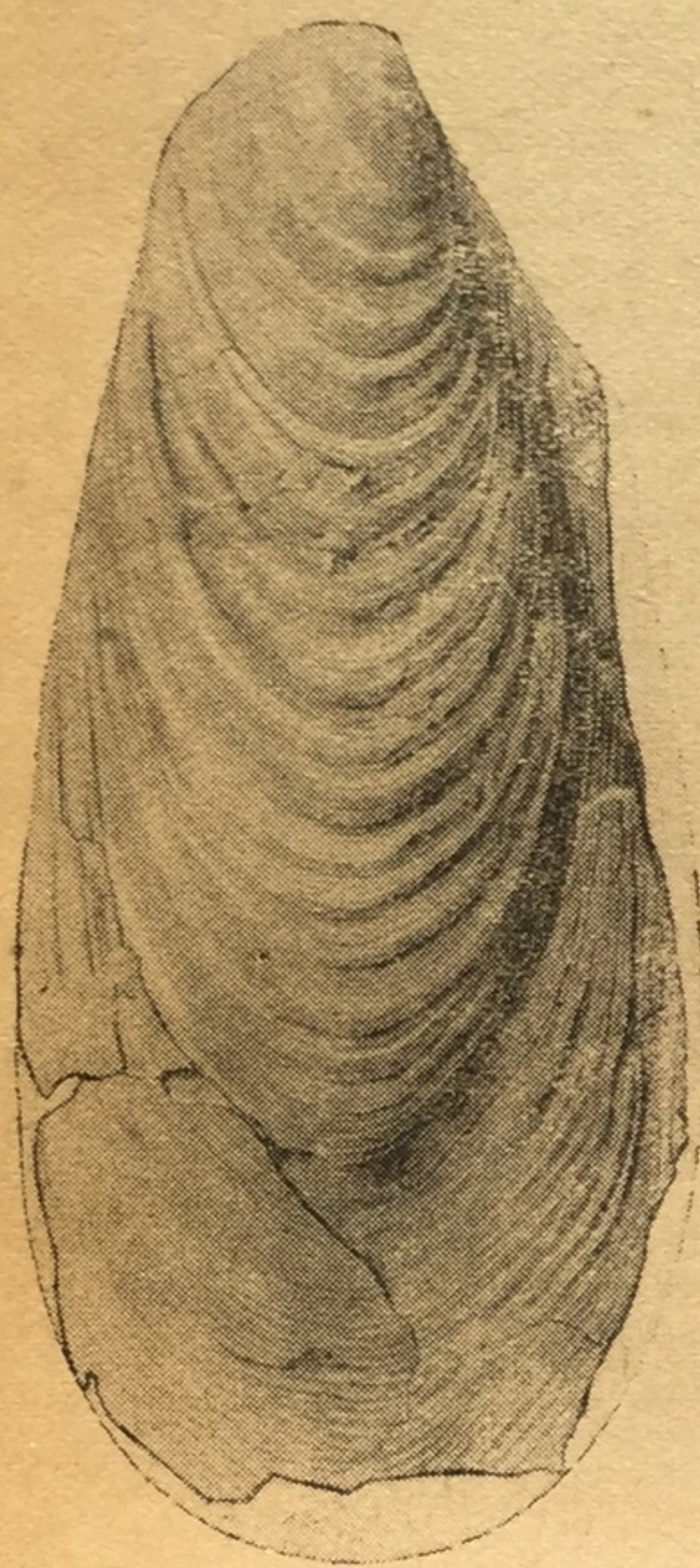
Таблица XXIX.

1a, б, в — Hippurites Lam.; 2a, б — Actinocamax verus Mill.; 3a, б — Baculites Lam.; 4 — Pecten asper Lam.; 5 — Scaphites Park.; 6 — Neithea quinquecostata Sow.



Таблица XXX.

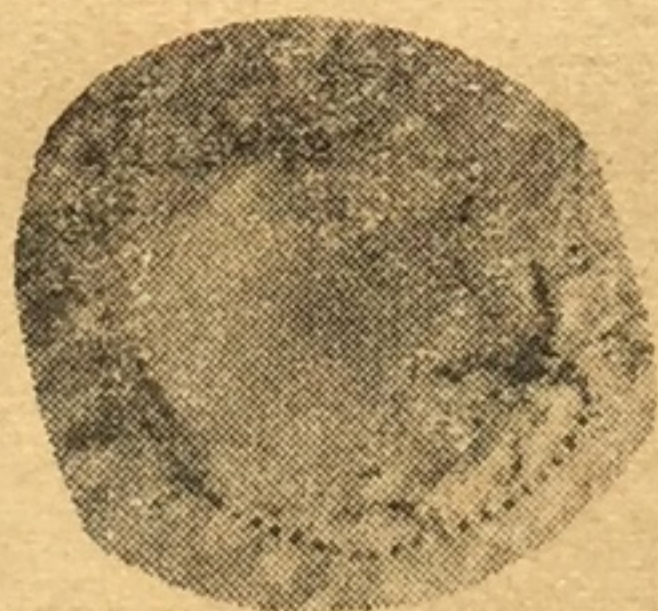
1 — *Turrilites costatus* Lam.; 2a, б — *Actinocamax quadratus* Blainv.; 3 — *Actinocamax primus* Arkh.; 4a, б — *Echinocorys ovatus* Leske ($\times \frac{1}{2}$). 5 — *Belemnitella mucronata* Schl.; 6 — *Belemnitella lanceolata* Schl.; 7 — *Belemnitella americana* Arkh.; 8a, б — *Gryphaea vesicularis* Lam. ($\times \frac{1}{2}$).



1



2



3

Таблица XXXI.

1 — *Inoceramus labiatus* Schl. ($\times \frac{3}{4}$); 2 — *Inoceramus involutus* Sow. ($\times \frac{3}{4}$);
3 — *Pteria tenuicostata* Roem.

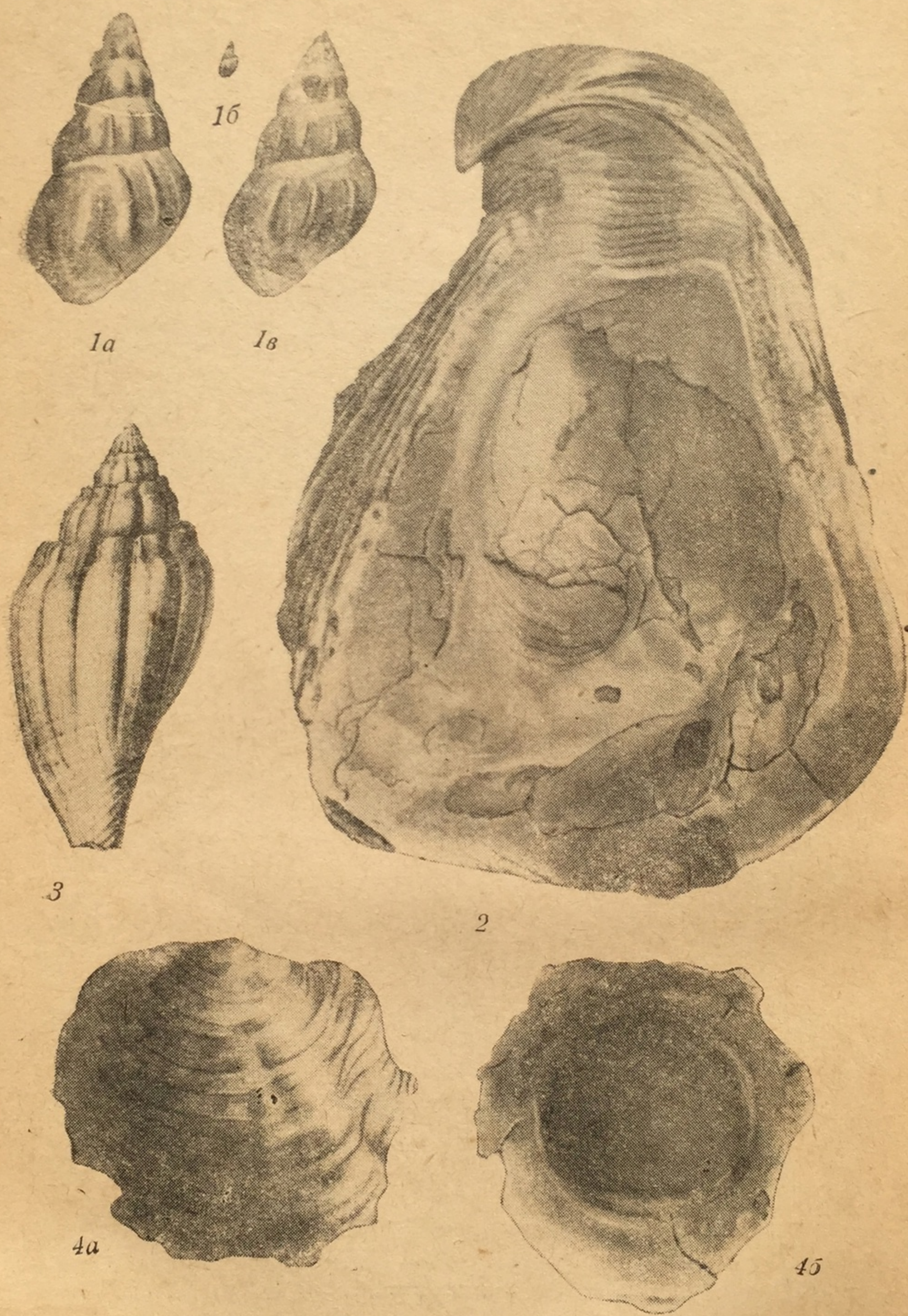


Таблица XXXII.

1a, б, в — *Mhörensternia inflata* M. Hörn. (1a и 1в $\times 8$); 2 — *Exogyra galeata* Rom.
 3 — *Athleta suturalis* Nyst ($\times \frac{3}{2}$); 4a, б — *Ostrea sinzowi* Netsch.



1



2a



2b



2c



3

4

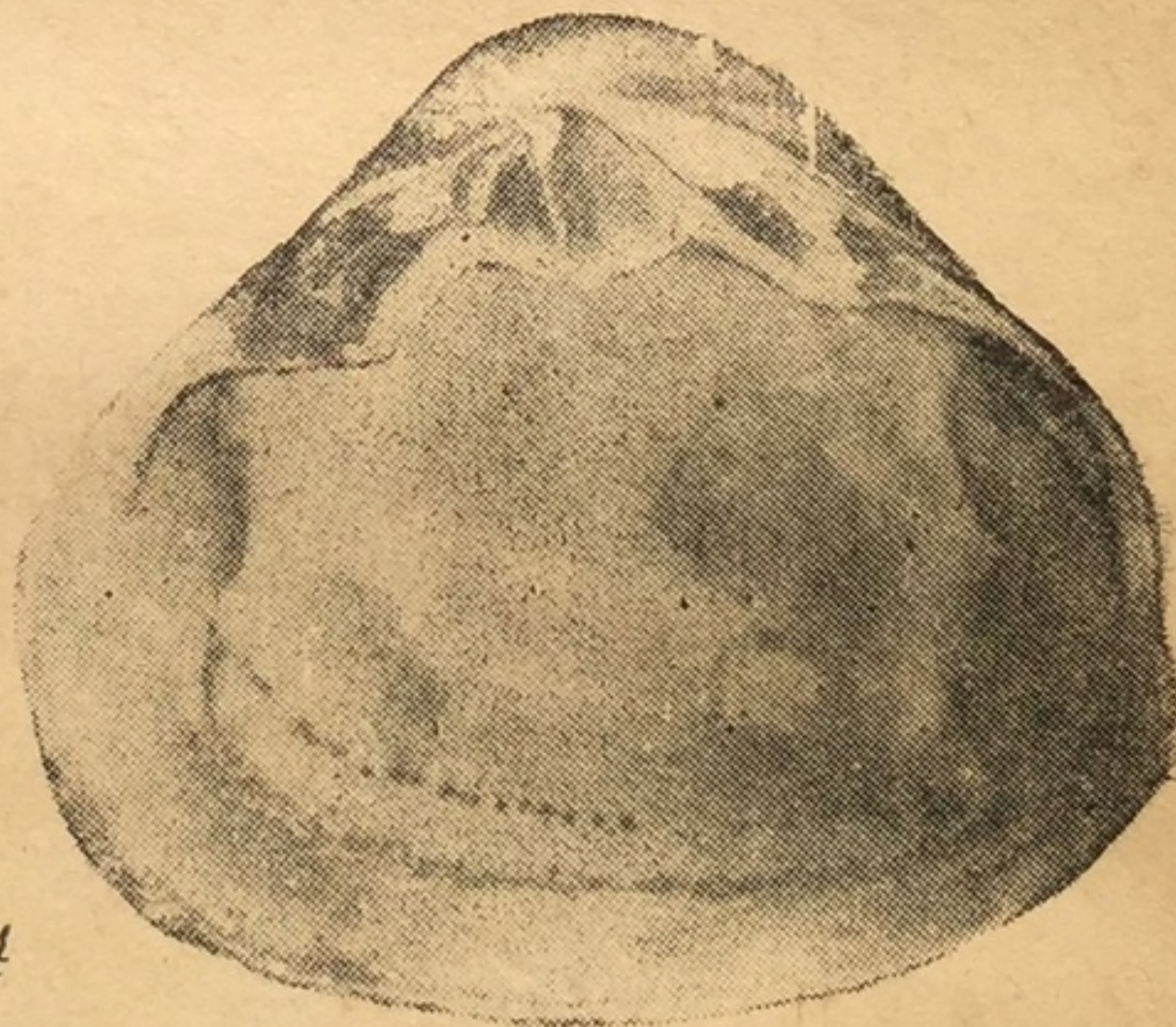


Таблица XXXIII.

1 — *Exogyra galeata* Rom.; 2a, б, в — *Ostrea prona* Wood.; 3 — *Corb's lamellosa* Lam.; 4 — *Mactra vitaliana* d'Orb.

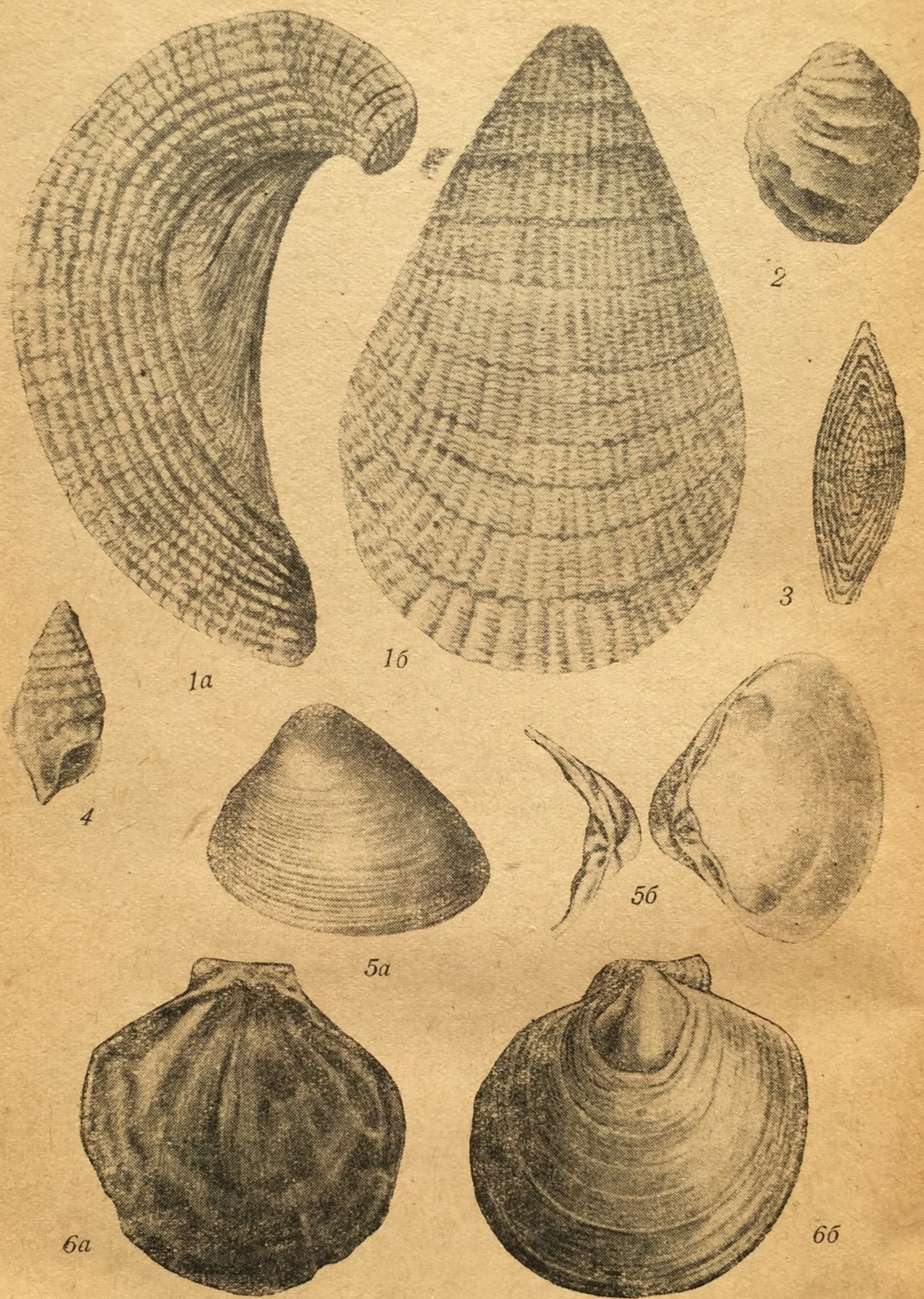


Таблица XXXIV.

1a, б — *Gryphaea esterhazyi* Pavay; 2 — *Chama calcarata* Lam.; 3 — *Nummulites laevigatus* Lam.; 4 — *Cerithium cattleyae* Bailly; 5a, б — *Cyrena semistriata* Desh.; 6a б — *Pseudamussium corneum* Sow. var. *denudatum*.

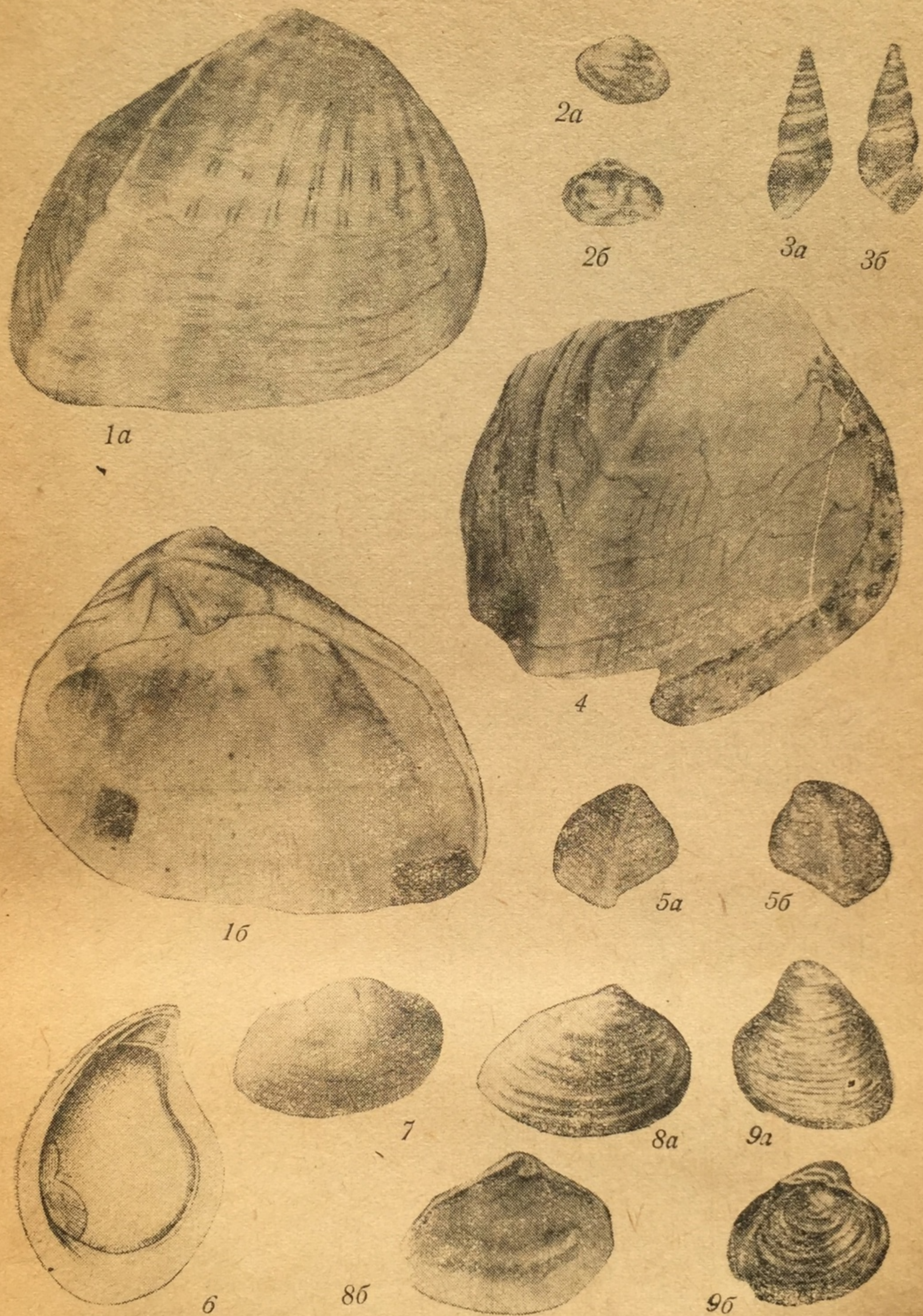


Таблица XXXV.

1a, б — *Didacna crassatellata* Desh.; 2a, б — *Macra caspia* Eichw. ($\times \frac{2}{3}$); 3a, б — *Cryptohydrobia elongata* Eichw. ($\times 5$); 4 — *Arcicardium acardo* Desh.; 5a, б — *Cryptomacra pes-anseris* M. — Eym. 6 — *Dreissensia iniquivalvis* Desh.; 7 — *Cucullaea volgensis* Barb. de Marny; 8a, б — *Macra subcaspia* Andrus.; 9a, б — *Apscheronia propinqua* Eichw. ($\times \frac{2}{3}$).

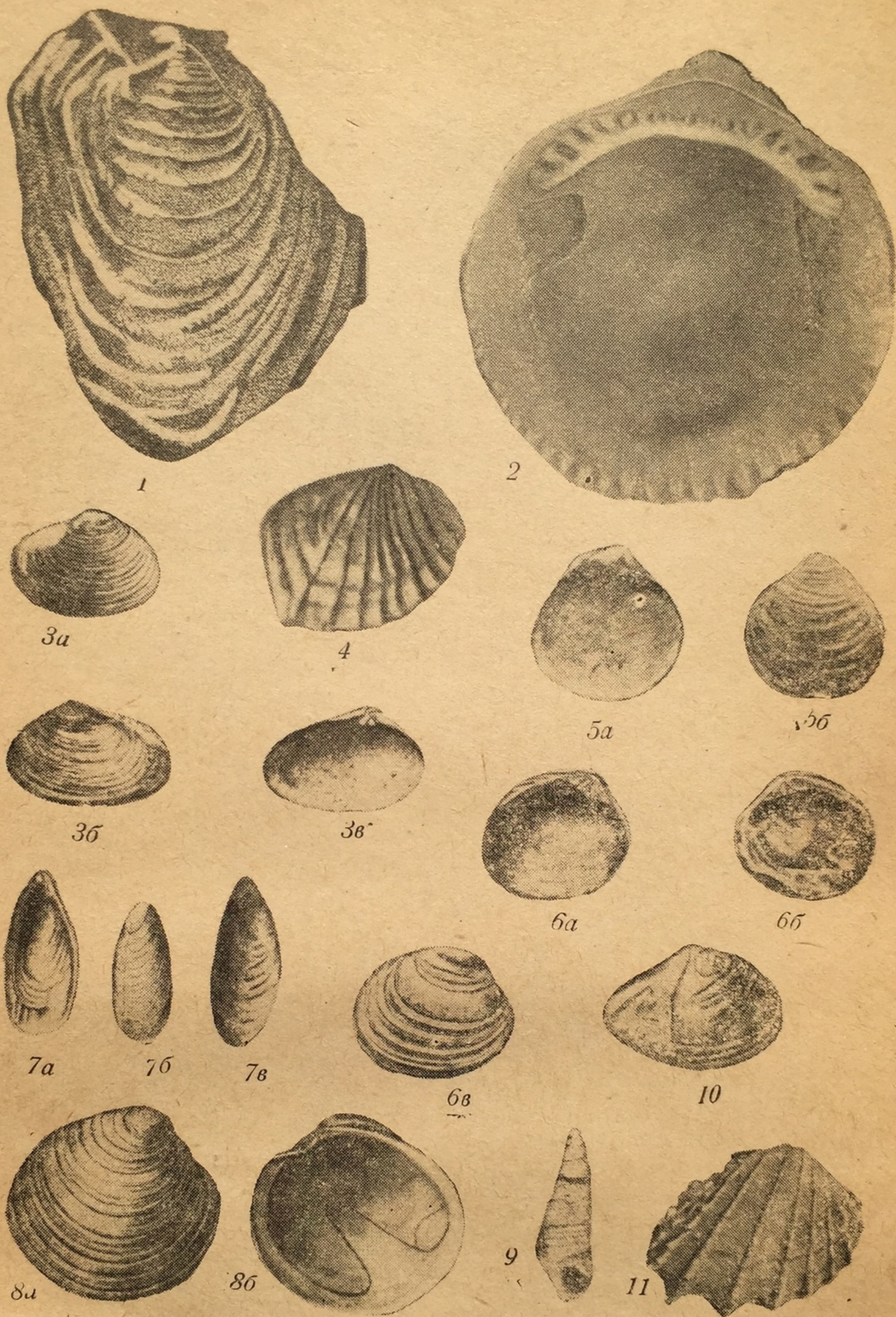


Таблица XXXVI

1 — Valenciennesia annulata Rouss.; 2 — Pectunculus obovatus Lam.; 3a, б, в — Ervilia dissita Eichw. ($\times \frac{3}{2}$); 4 — Paradacna abichi R. Hörn. ($\times 2$); 5a, б — Spaniodontella pulchella Bailly ($\times 5$); 6a, б, в — Tapes gregarius Goldf. ($\times \frac{2}{3}$); 7a, б, в — Congeria novorossica Sinz. ($\times \frac{2}{3}$); 8a, б — Dosinia maeotica Andrus. 9 — Potamides plicatus Brong.; 10 — Syndesmya reflexa Eichw.; 11 — Cardium fittoni d'Orb.

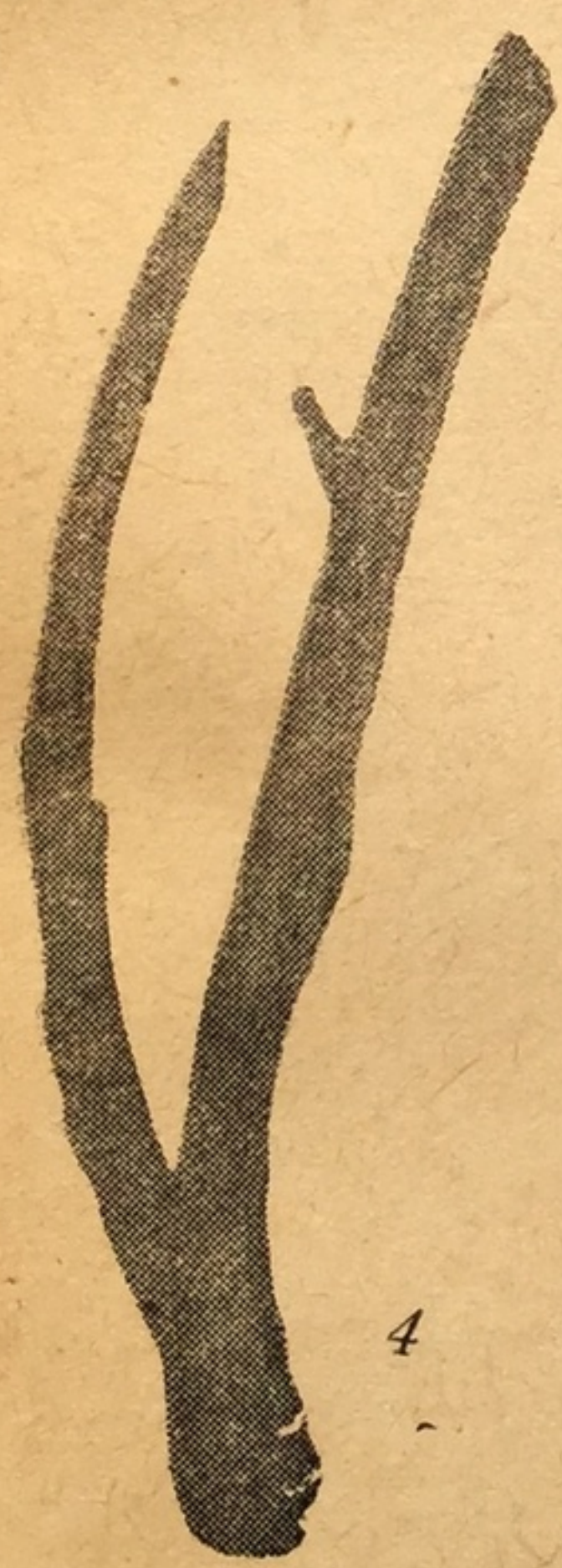
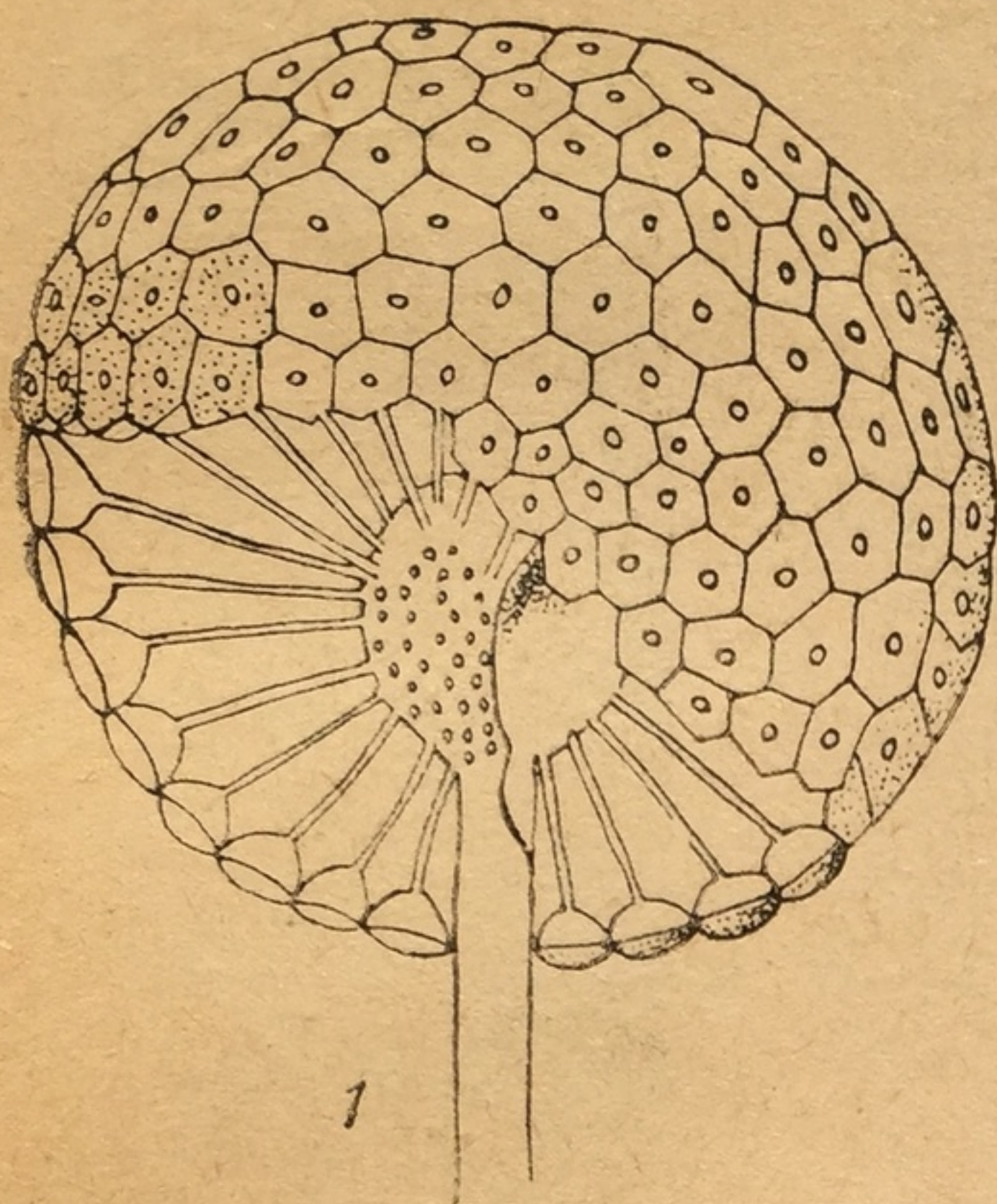
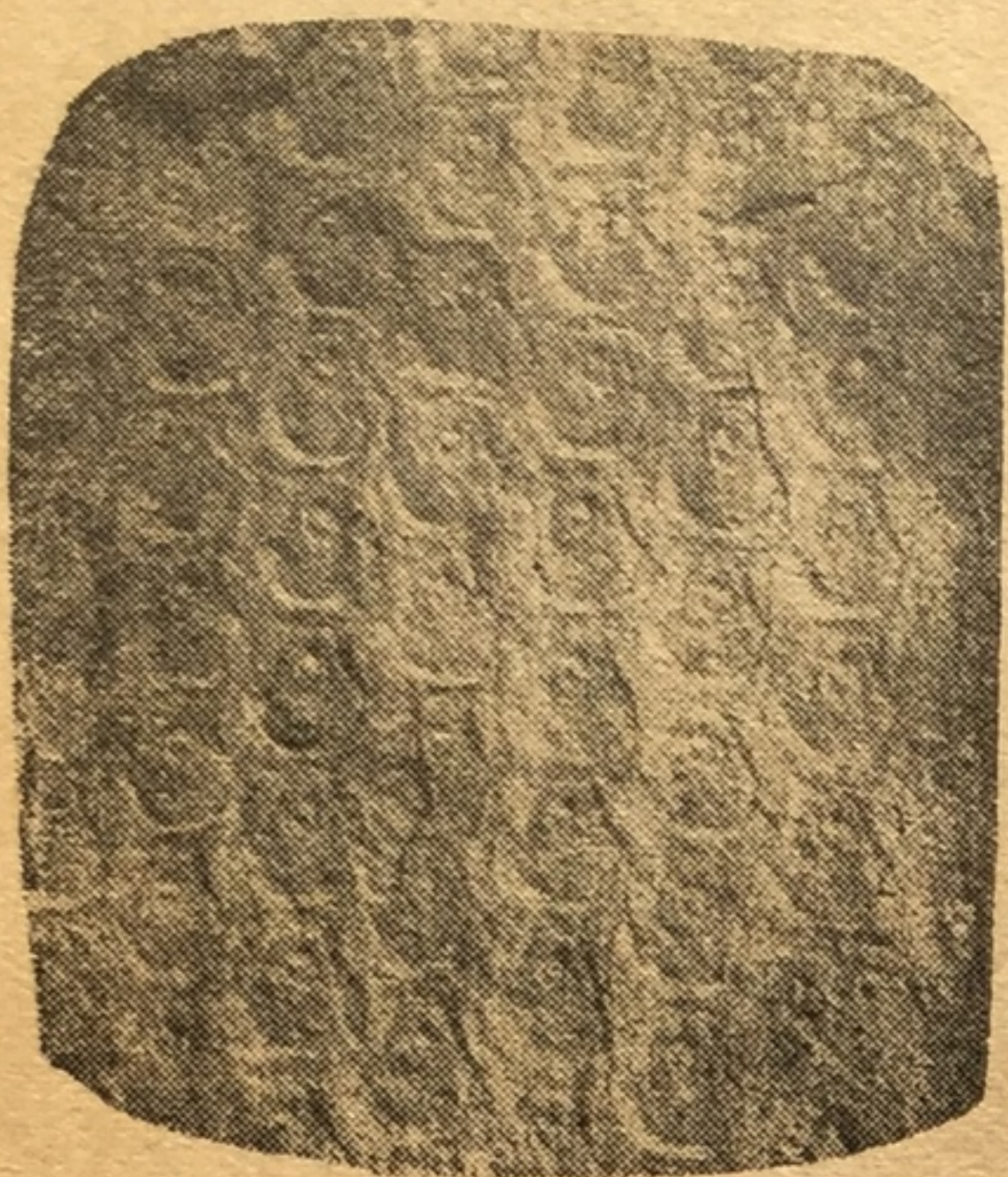


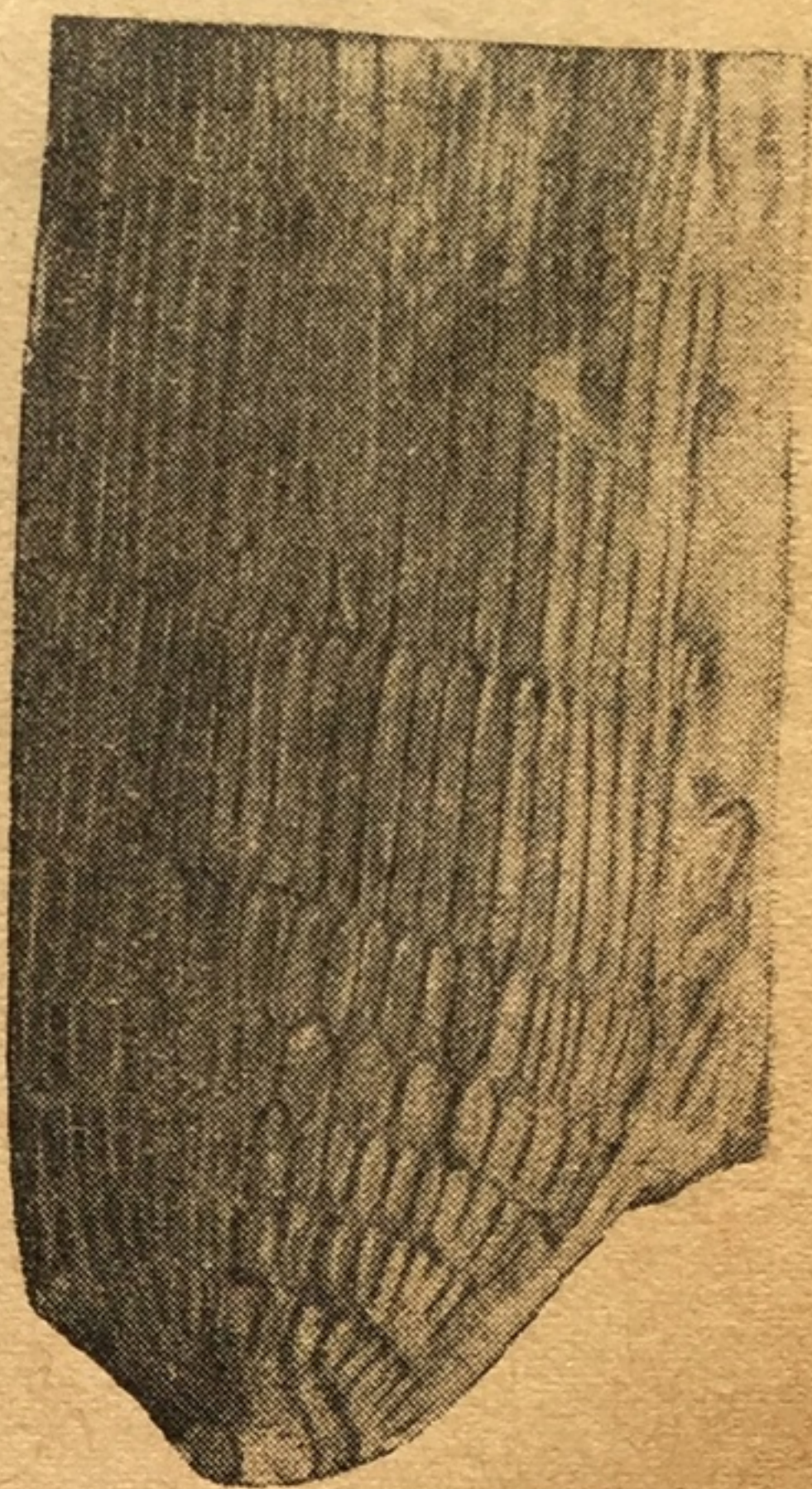
Таблица XXXVII.

1 — Cyclocrinus (увеличено); 2 — Archaeopteris; 3a, б — Trochiliscus (× 50);
4 — Orestovia; 5 — Alethopteris; 6 — Neuropteris.

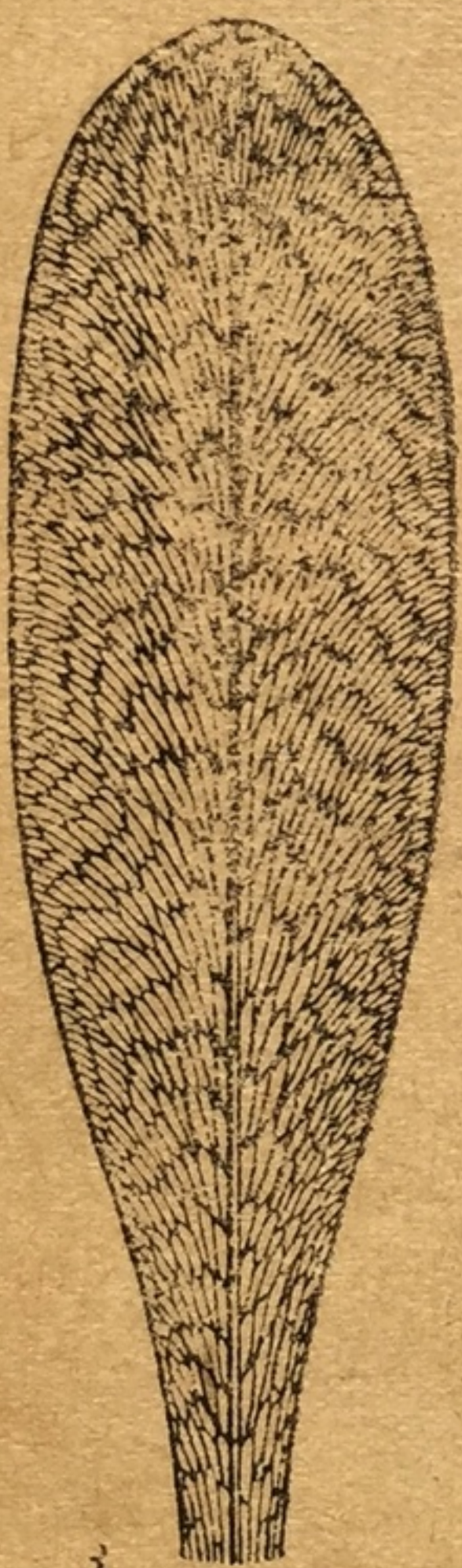
б, в — Er-
б — Spanio-
7a, б, в — Potami-
ittoni d'Orb.



1



2



3



4

Таблица XXXVIII.

1 — Sigillaria; 2 — Calamites; 3 — Glossopteris; 4 — Lepidodendron.



1



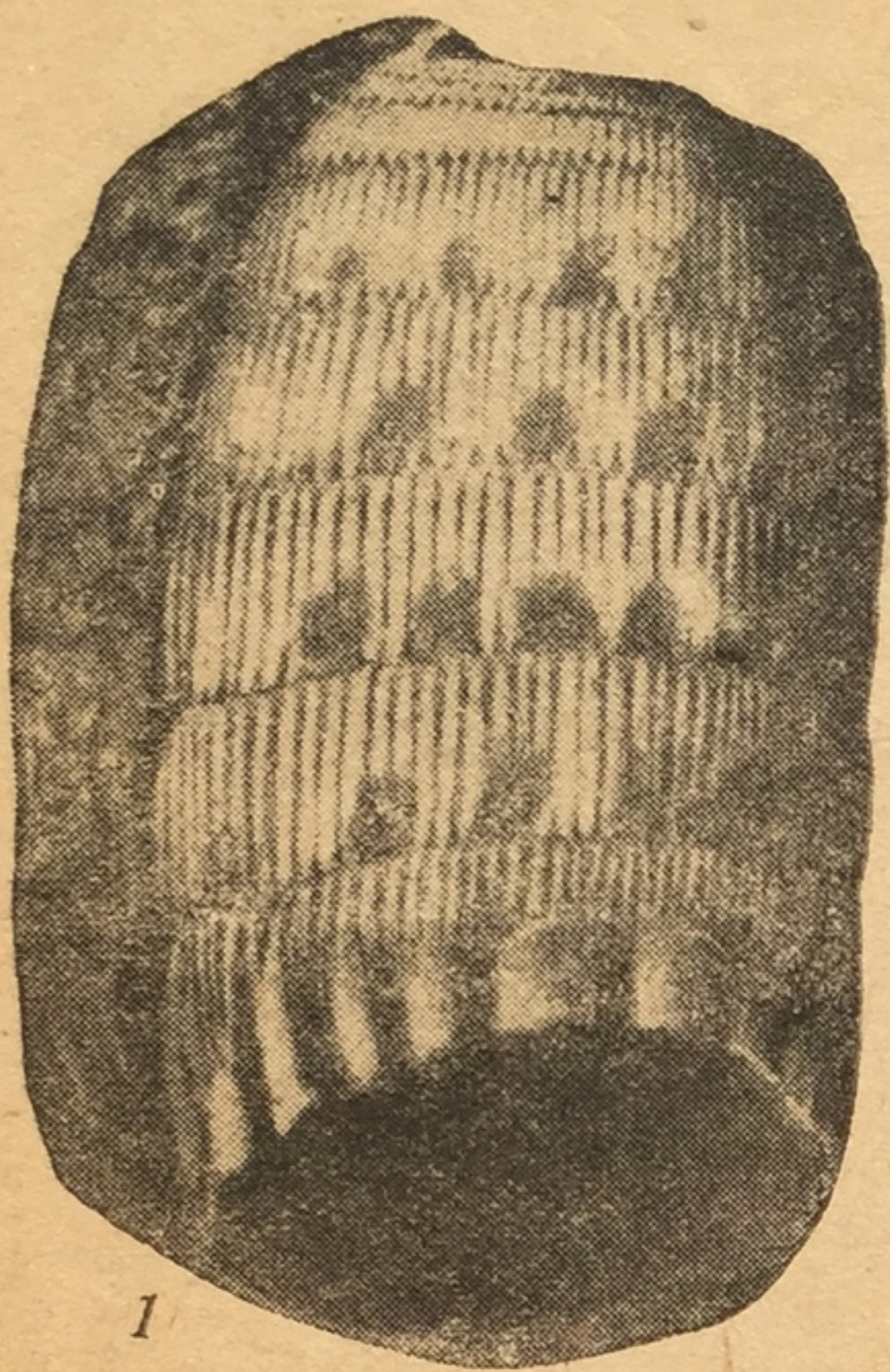
2



3

Таблица XXXIX.

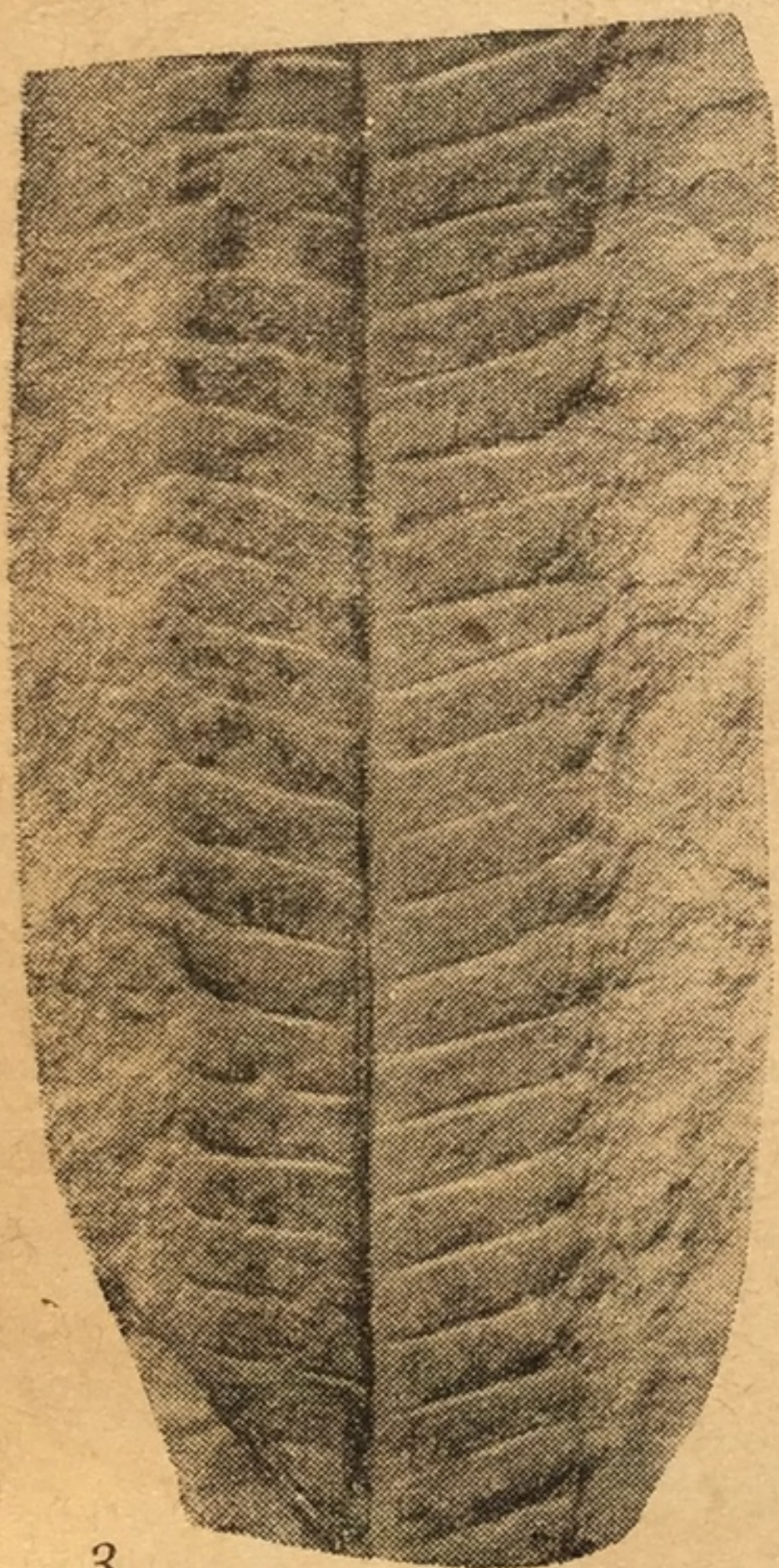
1 — Noeggerathiopsis; 2 — Voltzia; 3 — Walchia.



1



2



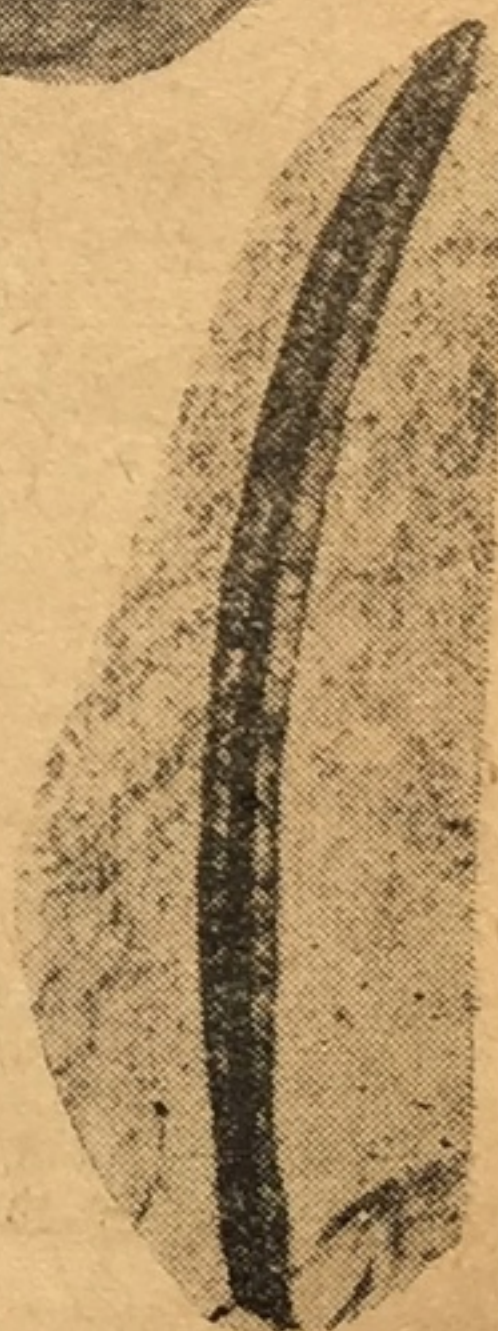
3



5



4



6

Таблица XL.

1 — Equisetites; 2 — Clathropteris; 3 — Ptilophyllum; 4 — Taeniopteris; 5 — Pterophyllum; 6 — Pityophyllum.



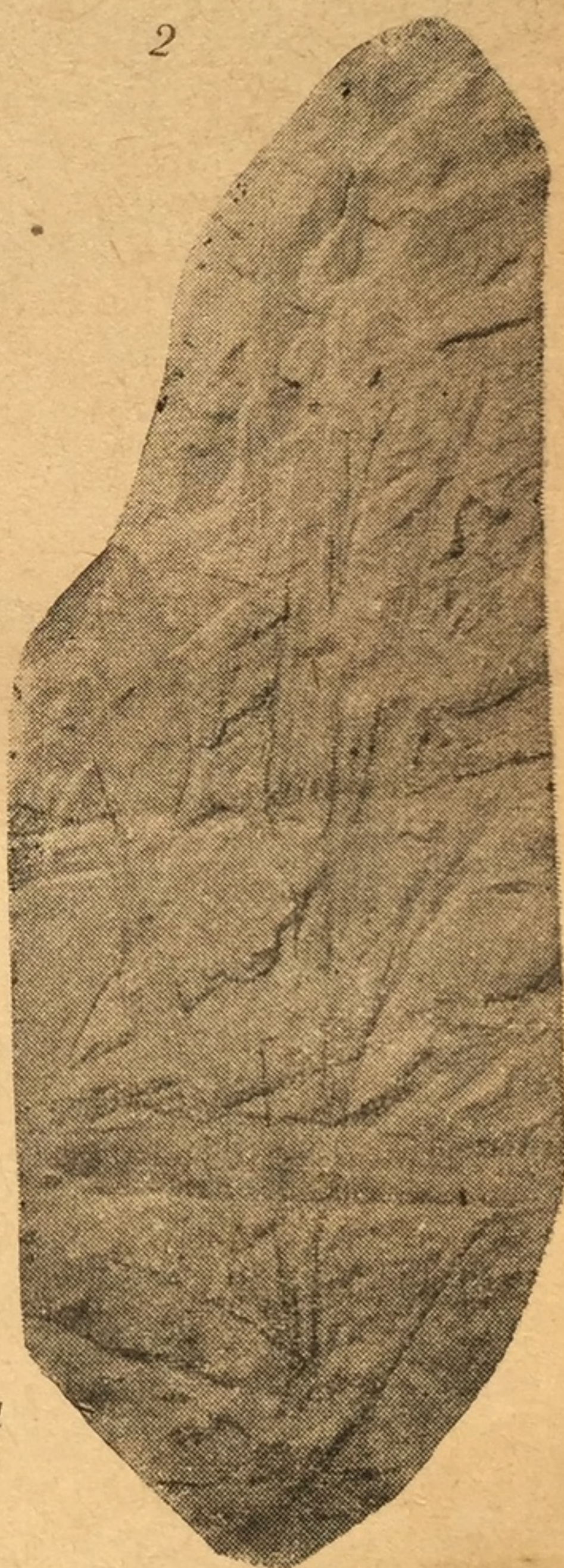
1



2



3



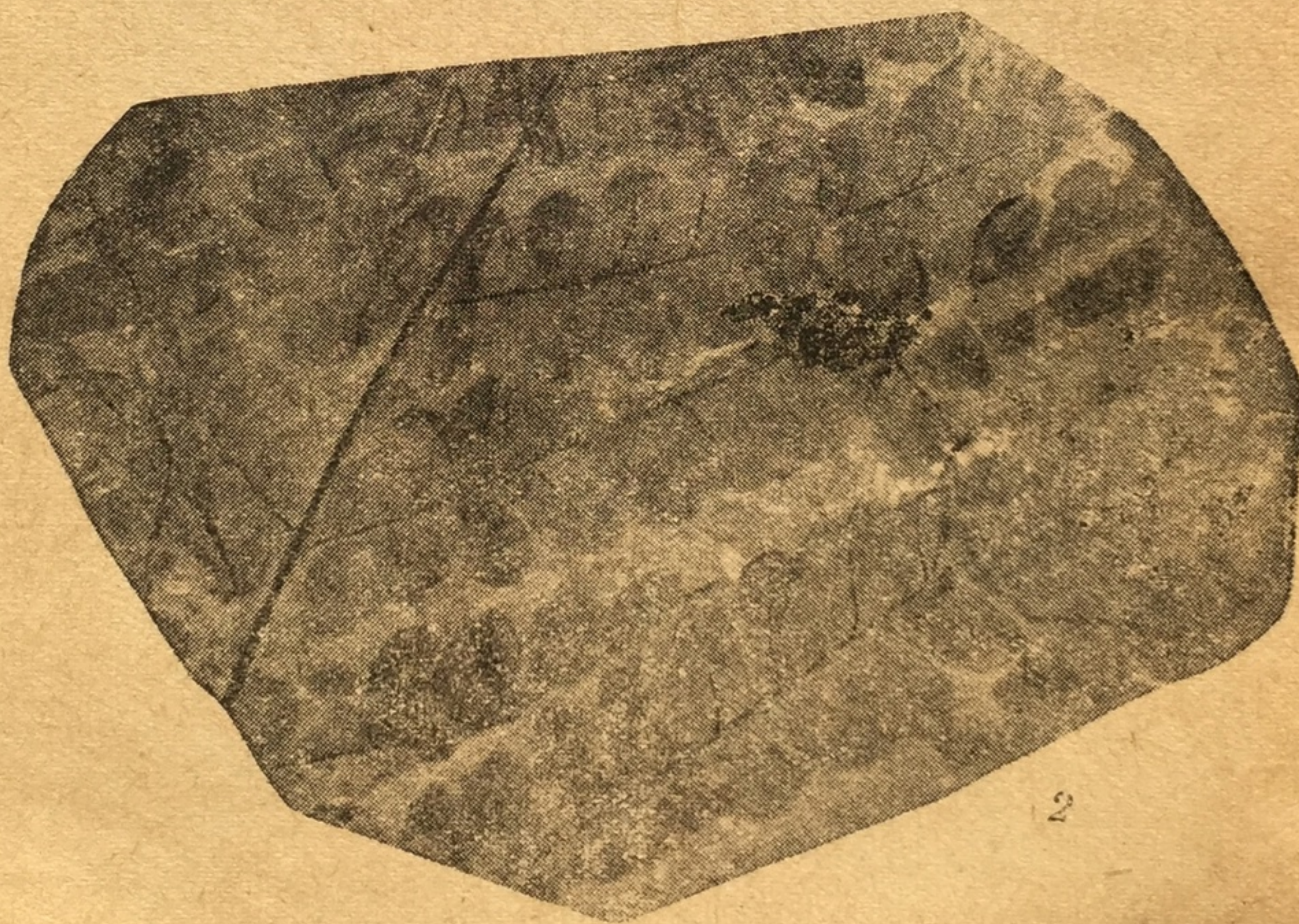
4

Таблица XLI.

1 — Podozamites; 2 — Sphenobaiera; 3 — Ginkgoites; 4 — Czekanowskia.

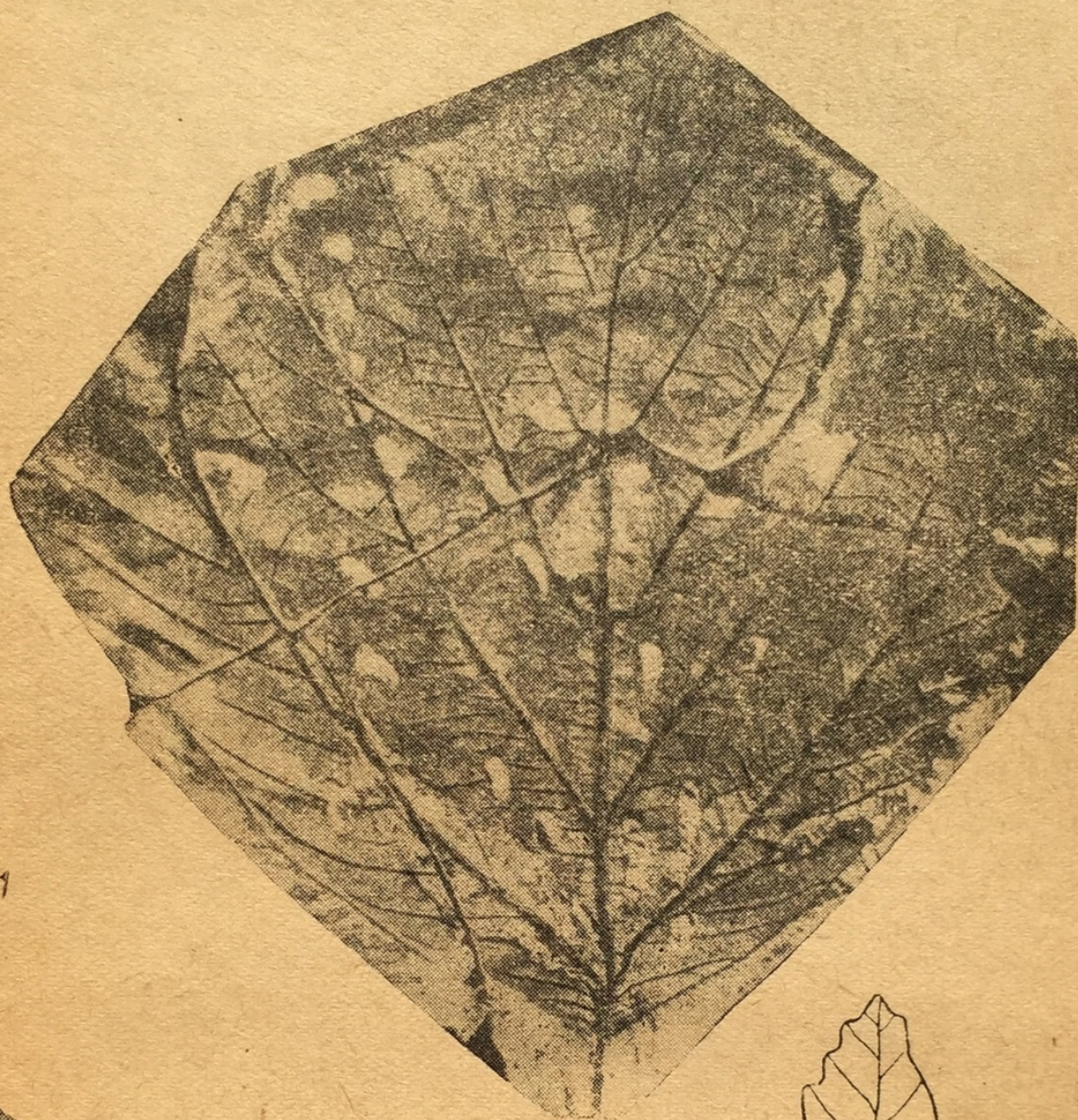


1



2

Таблица XLII.
1 — Coniopteris; 2 — Cladophlebis.



1



2



3

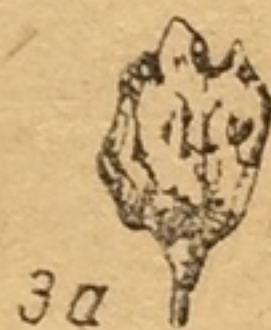
Таблица XLIII.
1 — Credneria; 2 — Nilssonia; 3 — Quercus.



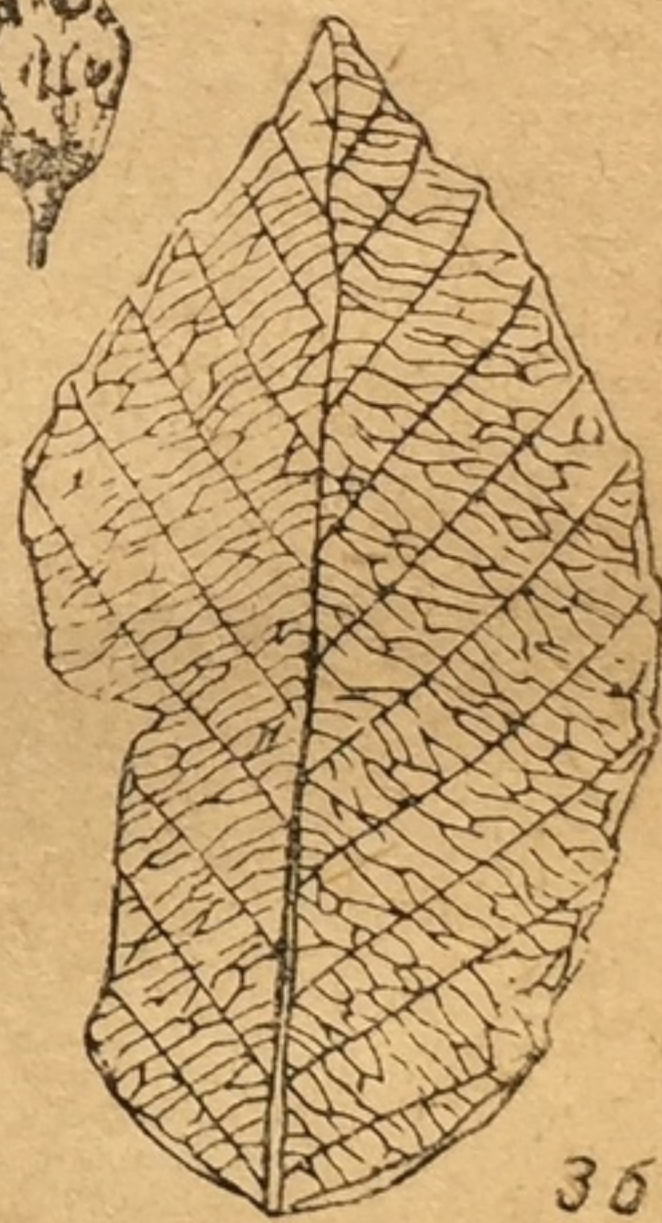
1



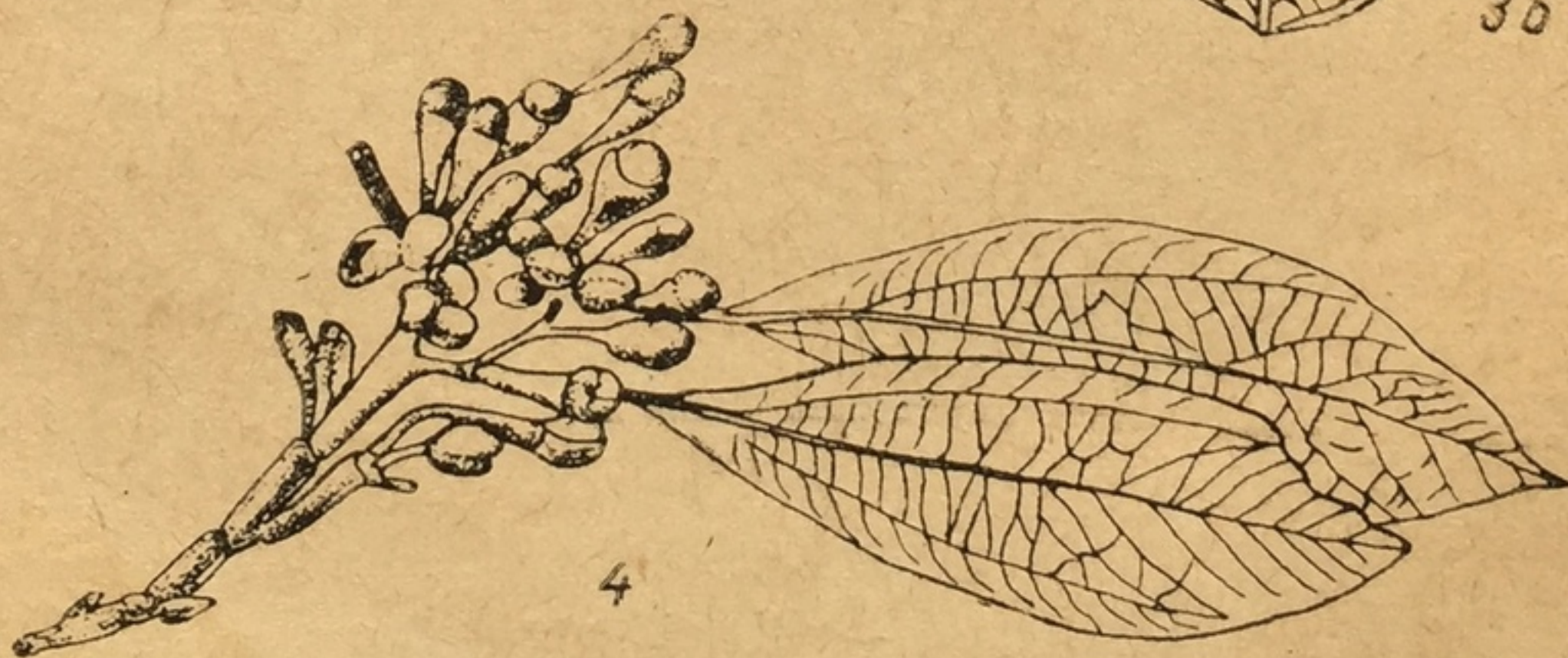
2



3a



3b



4

Таблица XLIV.

1 — Magnolia; 2 — Betula; 3a, б — Fagus; 4 — Cinnamomum.

Приложение 1.

[illegible]

положение 5.

мелкозернистый	мелкозернистый	мелкозернистый	мелкозернистый	мелкозернистый
Палеозой	Мезозой	Кайнозой	По разуче	

мира.

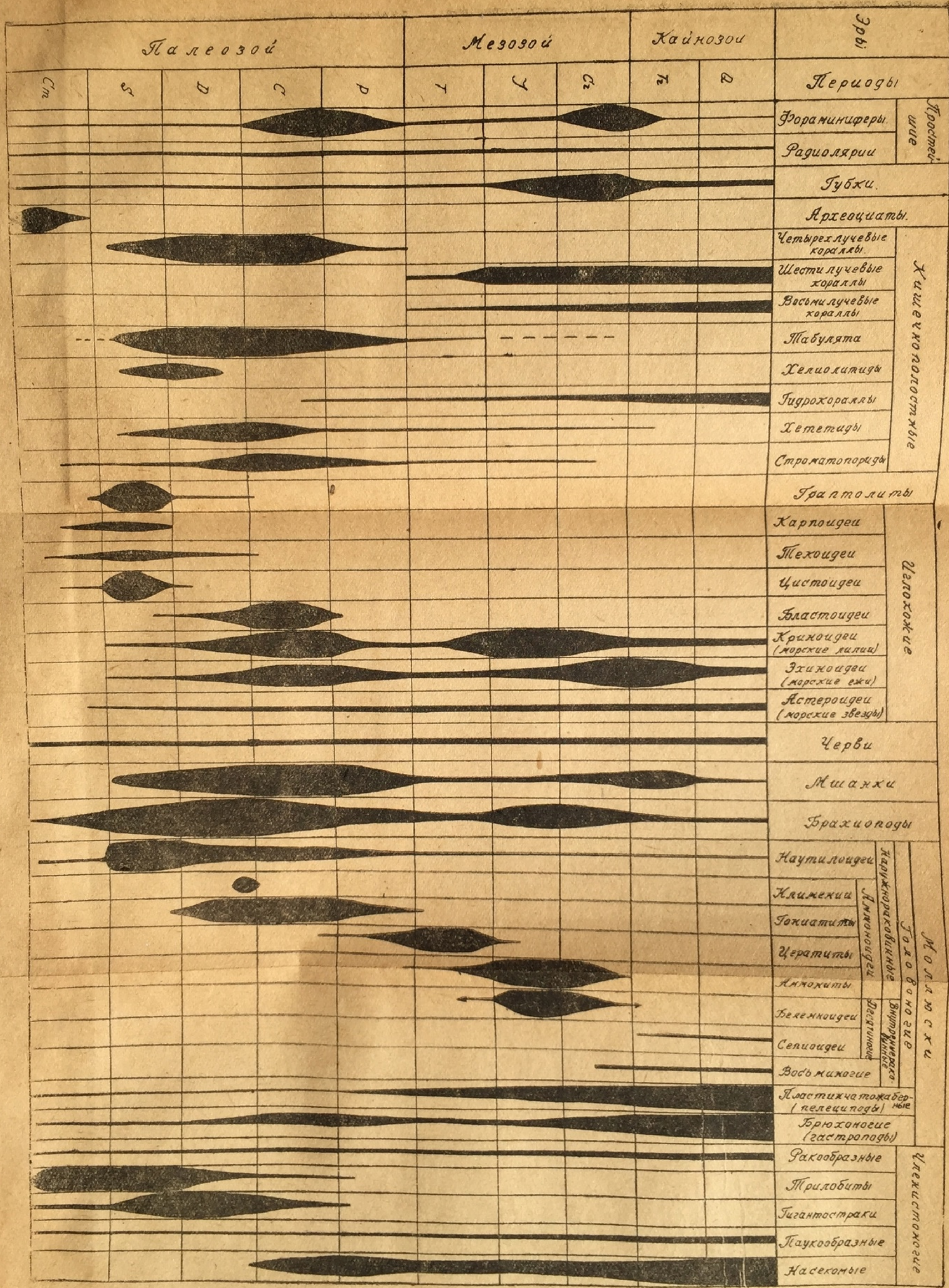


Схема геологического распространения беспозвоночных.

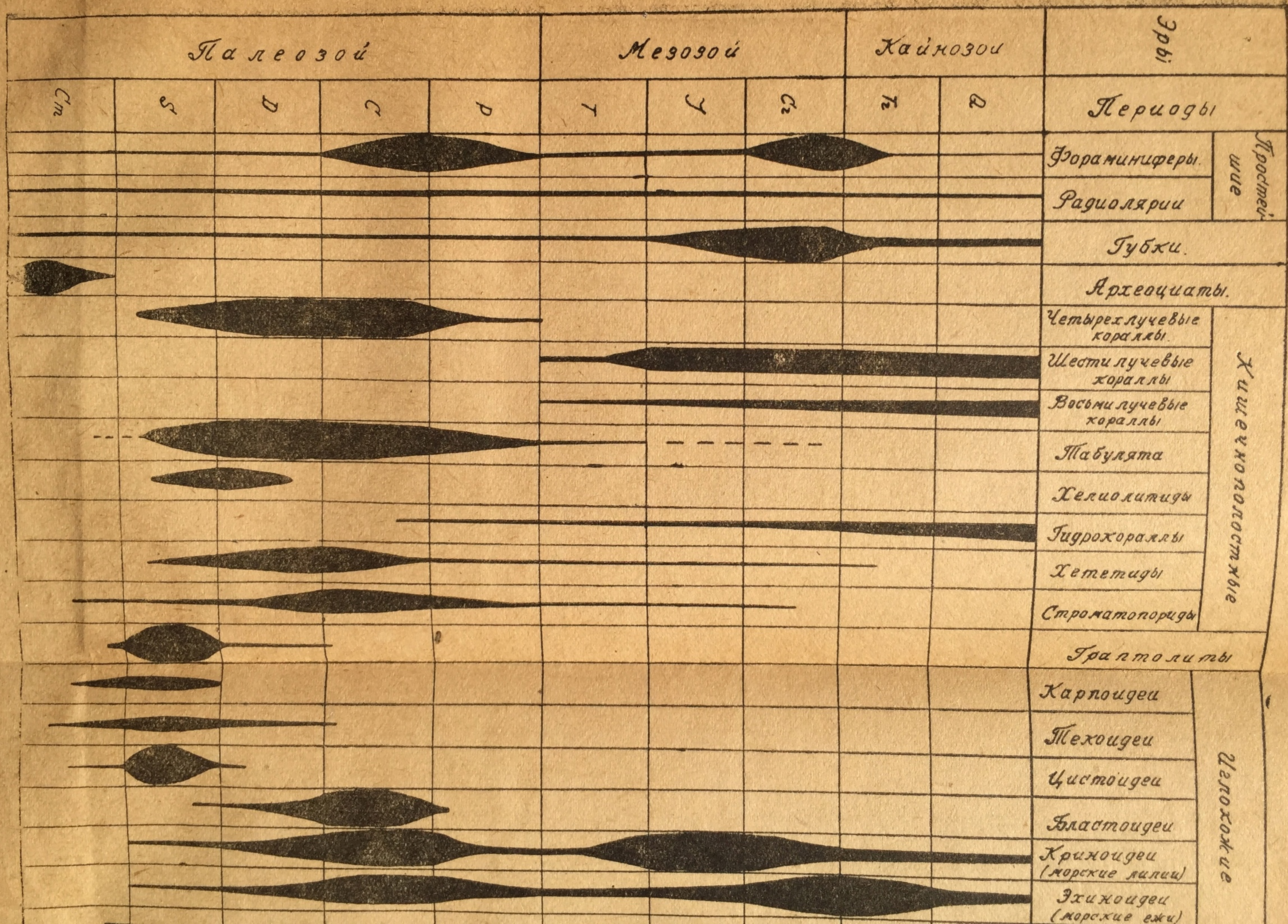
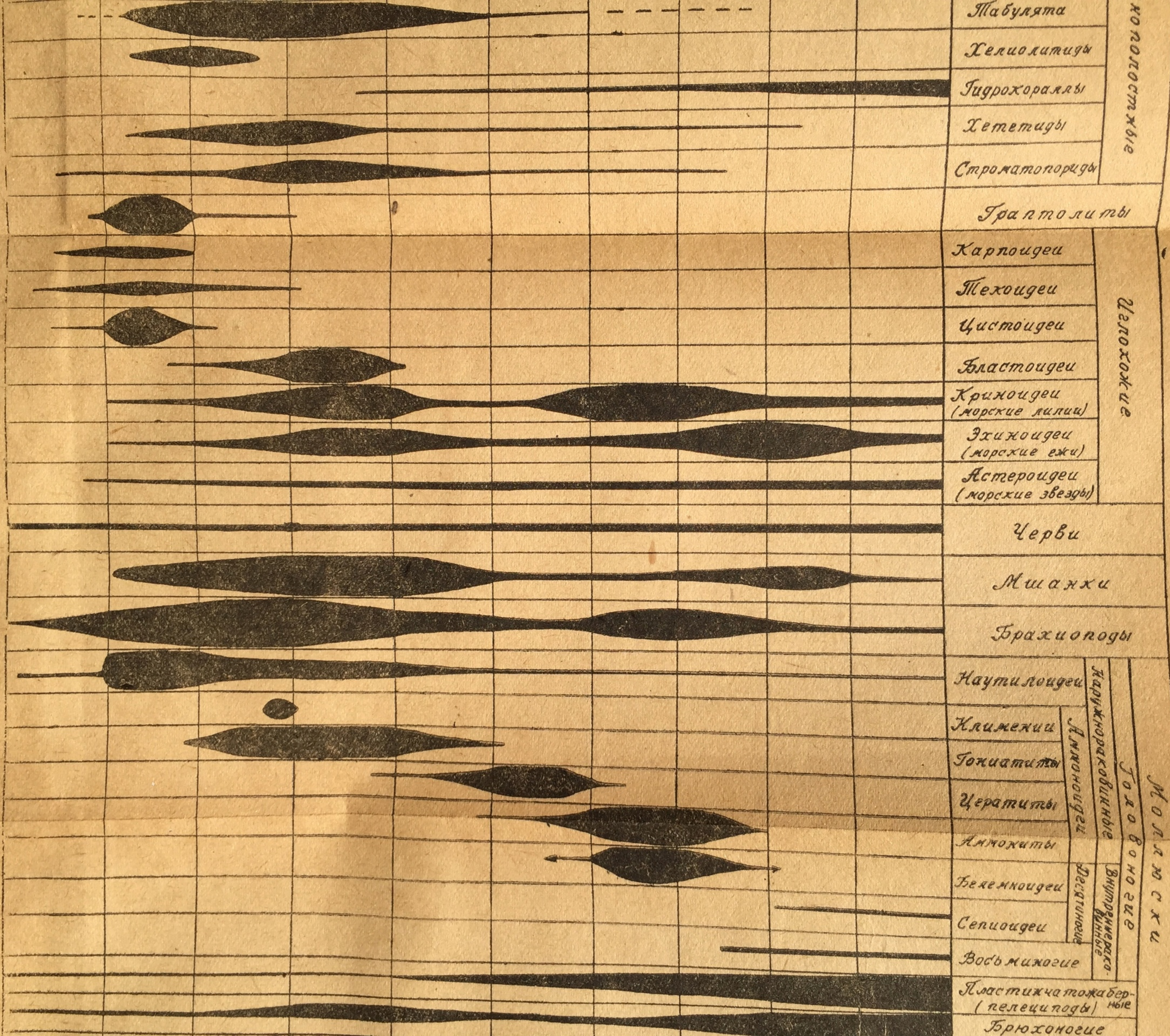
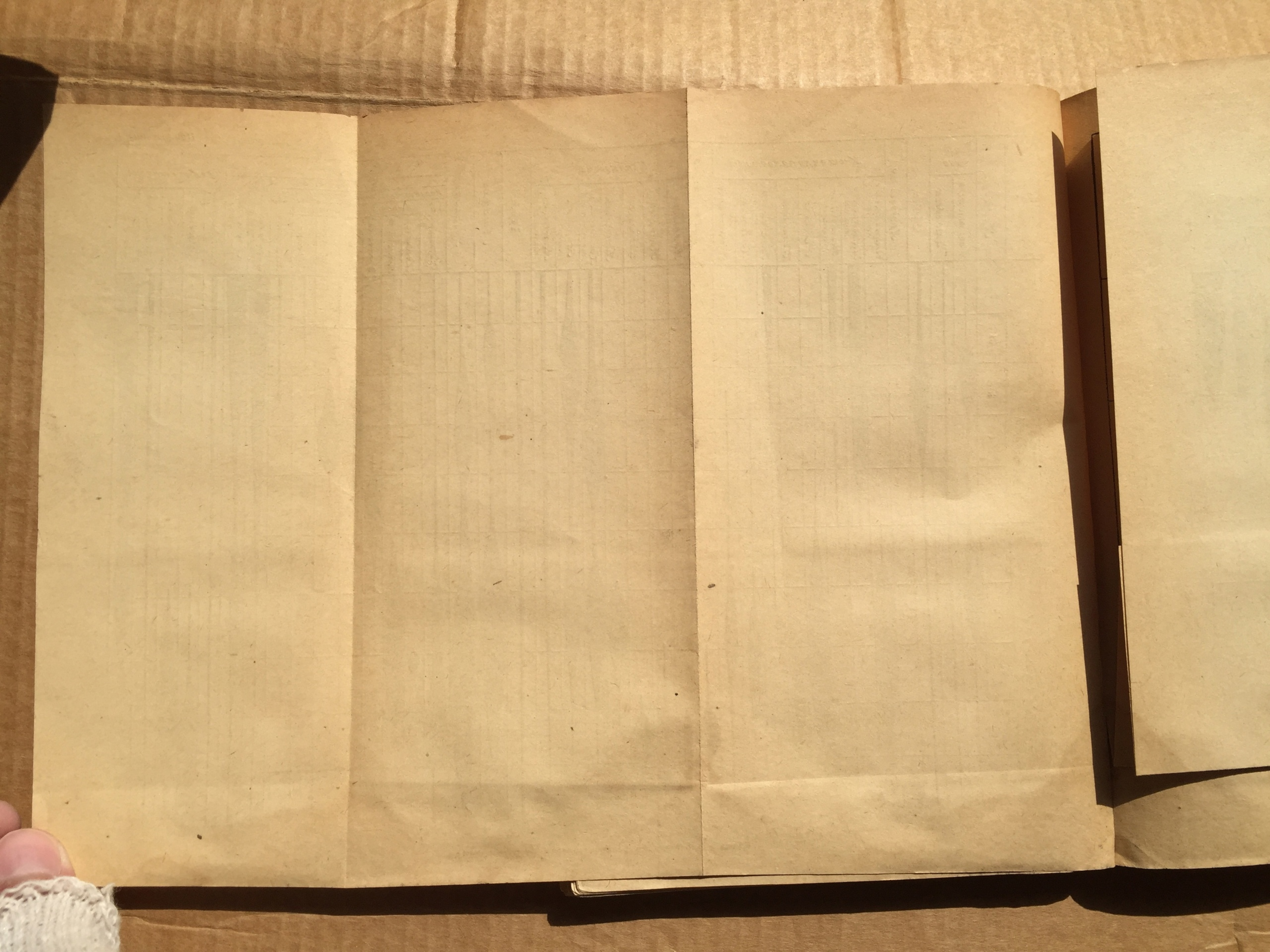


Схема геологического распространения



	Эхиноидеи (морские ежи)	Моллюски
	Астероидеи (морские звезды)	
	Черви	Толстоногие
	Мшанки	
	Брахиподы	Членистоногие
	Наутилоидеи	
	Климекии	
	Токиатиты	
	Цератиты	
	Аммоциты	
	Белемниты	
	Сепиоидеи	
	Восьминогие	
	Пластинчатожабрылые (пелециподы)	
	Брюхоногие (гастроподы)	Членистоногие
	Ракообразные	
	Трилобиты	
	Гигантостраки	
	Паукообразные	
	Насекомые	



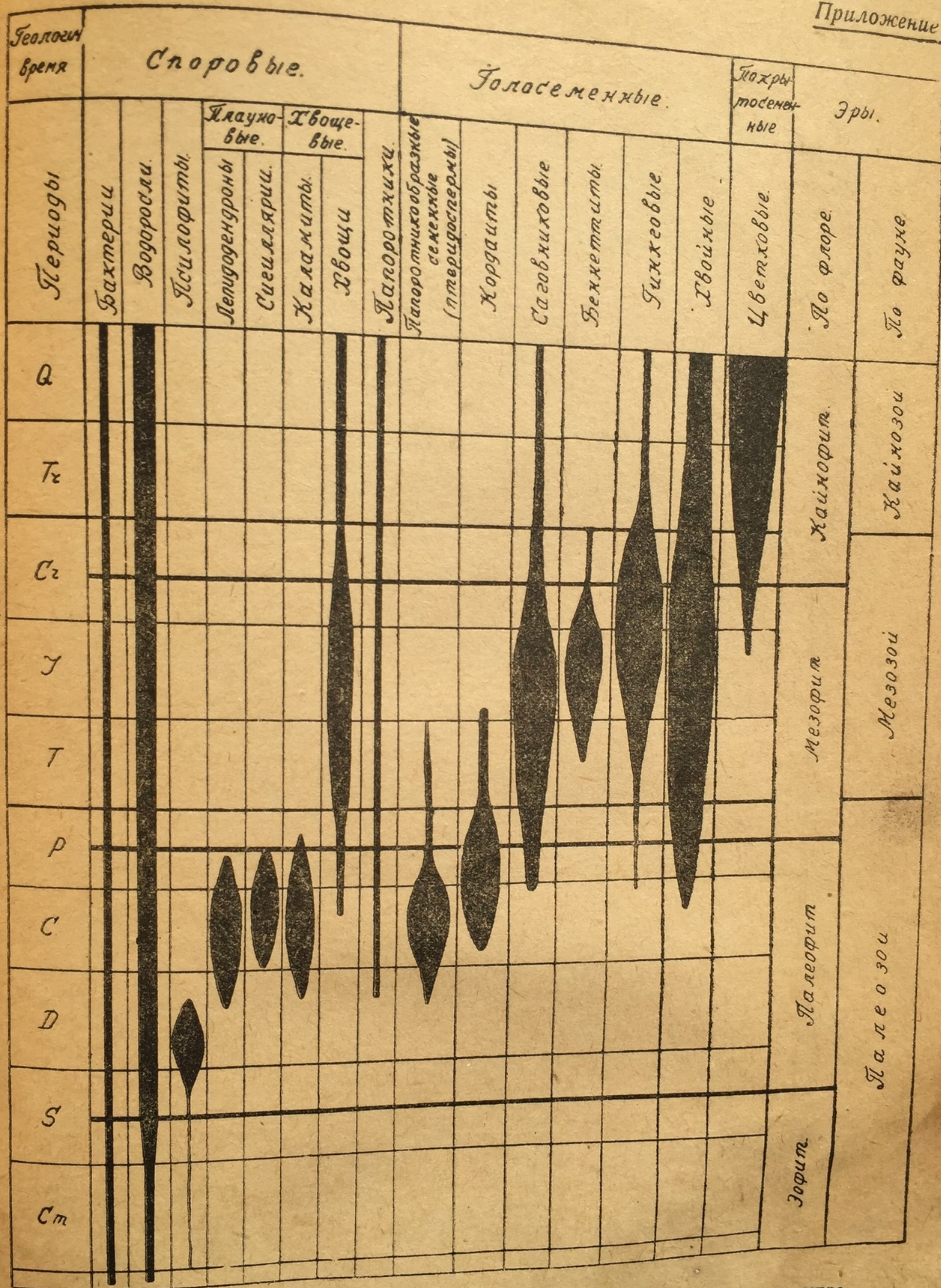


Схема геологического распространения важнейших групп растительного мира.

[illegible]

Приложение 5.

Схема геологического распространения важнейших групп растительного мира.

Предисловие
Введение

А. Геоло

Б. Понят

Терригенны

1. Мо
2. Фа
3. Фа
4. Реч
5. Оз
6. Ле
7. Пу
8. Фа
9. Лё
10. Ф

Органогени

1. Ка
2. Кр
3. Ка

Химически

1. Ж
2. Ф
3. Со
4. Ка

Вулканоген

Упра

А. Доке

1. Д
2. К
3. С
4. К
5. Д
6. К
7. П
8. П

Б. Мезо

1. Т
2. К
3. М
4. Т

В. Кайн

1. Т
2. ч
3. А

Г. Руко

- а)
- б)

Таблиц

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Предисловие	3
Введение	6
Глава I. ОБЩАЯ ЧАСТЬ	
А. Геологические документы.	11
Б. Понятие о фациях.	15
Терригенные фации	17
1. Морские фации	18
2. Фации лагун	22
3. Фации речных устьев (дельт и эстуарий)	22
4. Речные фации	22
5. Озерные фации	23
6. Ледниковые фации	23
7. Пустынные фации	24
8. Фации предгорий	24
9. Лёсс	25
10. Флиш	25
Органогенные фации	27
1. Карбонатные органогенные фации	28
2. Кремнистые органогенные фации	31
3. Каустобиолитные фации	32
Химические фации	37
1. Железрудно-марганцевые фации, бокситы	37
2. Фосфоритные фации	44
3. Соленосные фации	48
4. Карбонатные фации (химические известняки)	49
Вулканогенные фации	50
Упражнения	50
Глава II. СТРАТИГРАФИЯ	
А. Докембрий и палеозой	57
1. Докембрий	57
2. Кембрий	58
3. Силур	67
4. Каледонский орогенез	80
5. Девон	80
6. Карбон	94
7. Пермь	105
8. Герцинский орогенез	112
Б. Мезозой	113
1. Триас	113
2. Юра	120
3. Мел	131
4. Тихоокеанский (Киммерийский) орогенез	144
В. Кайнозой	147
1. Третичная система	147
2. Четвертичная система	161
3. Альпийский орогенез	163
Г. Руководящая флора	165
а) Палеозой	165
б) Мезозой и кайнозой	167
Таблицы и приложения	171

7 p.

Н. К. Горн. РУКОВОДСТВО ПО ИСТОРИЧЕСКОЙ ГЕОЛОГИИ

**ВСЕГДА
не верьте
тому что
кажется,
верьте
ТОЛЬКО
доказательствам.**



Чарльз Диккенс. «Большие надежды» 1861 г.